



Негосударственное частное образовательное учреждение
высшего образования
«Технический университет УГМК»

**ЗАДАНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО
ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО
МОДУЛЮ 5 УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ**

Направление подготовки	<i>22.04.02 Металлургия</i>
Направленность (профиль)	<i>Обогащение и подготовка сырья к металлургической переработке</i>
Уровень высшего образования	<i>магистратура</i> <i>(бакалавриат, специалитет, магистратура)</i>
Квалификация выпускника	<i>магистр</i>

Авторы-разработчики: Цыпин Е.Ф., д-р. техн. наук, профессор, Шевелева Н.Л., канд. пед. наук, Комлев А.С., канд. техн. наук

Рассмотрено на заседании кафедры обогащения полезных ископаемых.

Одобрено Методическим советом университета 18 октября 2021 г., протокол № 6

г. Верхняя Пышма
2021

Задания и методические указания для студентов по выполнению практических работ по модулю 5 Управление качеством.

Практические занятия являются формой аудиторных занятий. Практические работы по модулю имеют целью под руководством преподавателя на практике закрепление и углубление изученного материала и приобретение умений и навыков.

Студентам для лучшего усвоения материала рекомендуется вести запись информации, полученной во время обсуждения вопросов на практических занятиях.

Практические работы по теме модуля: «Менеджмент качества»

Практическая работа № 1.3.

Тема: Эволюция концепций управления качеством

Тип практического задания – решение практических задач, кейсов.

Устные вопросы по теме практического задания:

1. Отличия современной концепции всеобщего менеджмента качества TQM от других, более ранних концепций управления качеством
2. Роль стандартов ИСО серии 9000 в становлении менеджмента качества
3. Тенденции современного развития систем менеджмента качества

Практические задания

Практическое задание 1. Обоснуйте, почему управление качеством является фактором повышения конкурентоспособности, уровня жизни, экономической, социальной и экологической безопасности.

Практическое задание 2. Расчет численности контролеров.

Определите число контролеров для обслуживания контрольных пунктов окончательной приемки деталей по следующим исходным данным. Годовая программа деталей $N_a = 500$ тыс. шт., $N_b = 750$ тыс. шт., $N_v = 135$ тыс. шт., $N_\Gamma = 600$ тыс. шт. Средняя трудоемкость проверки одной детали ($t_{кн}$) соответственно составляет: 0,5; 1,0; 1,5; 1,0 мин. Выборочность контроля (P_v) по наименованиям деталей: по детали А — 15%; Б — 10%; В — 20%; Г — 10%. Число контрольных промеров на одну деталь ($\Pi_{кз}$): по А — 3; Б — 2; В — 2; Г — 3. Годовой эффективный фонд времени работы одного контролера $F_\varepsilon = 1835$ ч.

Варианты заданий:

№ п/п	Годовая программ	Образец (тыс.шт.)	Первая буква фамилии студента				
			А,Б,В,Г,Д	Е,Ж,З,И,	М,Н,О,П,	Т,У,Ф,Х,	Ш,Щ,Э
	а			К,Л	Р,С	Ц,Ч	,Ю,Я
1.	N_a	500	2000	900	1000	6000	5000
2.	N_b	750	3000	800	3000	500	7000
3.	N_v	135	4000	7000	500	2000	1000
4.	N_Γ	600	6000	5000	7000	1000	500

Образец решения.

Определим численность контролеров $Ч_k$ по формуле:

$$Ч_k = \frac{\sum_{j=1}^k N_j t_{кн} P_v \Pi_{кз}}{F_\varepsilon \times 60}$$

Где: n_j — программа выпуска деталей (изделий) i -го наименования в плановый период, шт.; $t_{кн}$ — норма времени на проверку одной детали, мин; P_v — процент выборочности при контроле деталей; $\Pi_{кз}$ — число контрольных промеров на одну деталь; F_ε — эффективный фонд времени работы одного контролера в плановый период, ч; $j = 1, 2, \dots, k$ — число наименований деталей операций, на которых производится контроль.

Численность контролеров:

$Чк = 500\ 000 \times 0,5 \times 0,15 \times 3 + 750\ 000 \times 1,0 \times 0,1 \times 2 + 135\ 000 \times 1,5 \times 0,2 \times 2 + 600\ 000 \times 1,0 \times 0,1 \times 3 = 1835 \times 60 = 6$ чел.

Практическое задание 3. Кейс 1.

Приведем несколько цитат Акио Морита, совладельца и президента компании Sony:

«Никакие теория, программа или правительственная политика не могут сделать предприятие успешным: это могут сделать только люди».

«Самая важная задача японского менеджера состоит в том, чтобы установить нормальные отношения с работниками, создать отношение к корпорации, как к родной семье, сформировать понимание того, что у рабочих и менеджеров одна судьба».

«...Как бы вы ни были хороши или удачливы и как бы вы ни были умны и ловки, ваше дело и его судьба находится в руках тех людей, которых вы нанимаете».

«Работая в промышленности с людьми, мы поняли, что они трудятся не только ради денег и что если вы хотите их стимулировать, деньги не самое эффективное средство. Чтобы стимулировать людей, надо сделать их членами семьи и обращаться с ними, как с ее уважаемыми членами».

«Мы считаем нецелесообразным и ненужным слишком четко определять круг обязанностей каждого, потому что всех учат действовать как в семье, где каждый готов делать то, что необходимо».

«Если где-то возникает брак, считается дурным тоном, если управляющий начинает выяснять, кто допустил эту ошибку».

Прокомментируйте каждую цитату и приведите примеры их правильности или нет из собственного производственного опыта или из российской действительности.

Результатом успешного выполнения практического задания считается правильные ответы на устные вопросы, решение практических задач при демонстрации готовности планировать и проводить аналитические, имитационные и экспериментальные исследования, критически оценивать данные и делать выводы; планировать количество контролеров при оценке качества продукции.

Практическая работа № 2.3.

Тема: Политика и цели в области качества организации. Документы СМК

Тип практического задания – выполнение проектировочной задачи

Устные вопросы по теме практического задания:

1. Принципы формирования Политики в области качества.
2. Структуру документа «Политика в области качества»
3. Требования к содержанию Политики;
4. Методика формирования политики и ее проведение до персонала.
5. Назначение элемента системы качества «Ответственность руководства».

Практическое задание:

Необходимые для работы материалы:

Общие положения по теории разработки Политики в области качества

Для успеха фирмы на рынке важным является формулирование стратегических целей качества всего предприятия, а именно его Политика в области качества.

Все важнейшие документы по обеспечению качества, которые касаются всего предприятия или подразделения, объединяют в Руководство по качеству (или руководство по обеспечению качества); все правила и документы вместе образуют систему обеспечения качества.

Прежде чем начать создание системы обеспечения качества, необходимо определить стратегические и тактические цели качества. Это означает, что необходимо сформулировать политику и первую программу качества фирмы и сделать ее обязательной для исполнения, кроме того, необходимо определить структуру организации и документации, назначить лиц, ответственных за создание и ведение системы обеспечения качества, и, наконец,

предоставить необходимые средства для выполнения этих задач. Итак, одной из особых задач системы качества является формулирование и проведение политики качества фирмы.

Политика в области качества - основные направления и цели организации в области качества, официально сформулированного высшим руководством.

Назначение - Политика качества, как часть политики предприятия, должна быть заложена в ответственность руководства. Руководство компании должно определить и документировать политику, цели и свои обязательства в области качества. Руководство должно принимать все необходимые меры, обеспечивающие понимание общей политики в области качества, ее проведение и внедрение.

При определении и документальном оформлении своей политики, целей и обязательства в области качества руководству необходимо придерживаться следующих принципов:

Политика в области качества должна быть изложена доступным для понимания языком.

Политика должна относиться к определенной организации, представляемой продукцией и услугам, а также людям данной организации.

Намечаемые цели должны быть достижимыми.

Указания по реализации

1. Сначала необходимо установить принципы, которые определяют для предприятия общую актуальную значимость политики качества. Такими принципами могут быть, например: удовлетворение требований потребителя, завоевание доверия заказчиков и расширению сбыта; улучшение экономического положения предприятия и т. д.

2. Исходя из этих принципов, наметить следующие шаги по достижению долго-, средне- и краткосрочных целей. Примером таких целей могут быть, например, сокращение поступления рекламаций на определенный процент за установленный промежуток времени.

3. Определить стратегию, с помощью которой можно следить за достижением целей по качеству. Это означает: наметить средства и пути, чтобы достичь цели и реализовать принципы предприятия.

После документирования, обсуждения, согласования и утверждения политика должна быть доведена до сведения всех сотрудников всех подразделений и уровней предприятия. Сотрудники должны не только принять ее к сведению, но и выполнять ее положения в своей повседневной работе.

Текст миссии УГМК:

Миссия УГМК состоит в том, чтобы за счет эффективной работы своих предприятий повышать конкурентоспособность отечественной промышленности, а ответственным отношением к собственному персоналу и обществу способствовать максимальной реализации человеческого потенциала и улучшению основных сфер жизни наших сограждан.

Осуществляя свою миссию, компания активно реализует следующие стратегические направления своей деятельности:

- работает в интересах национальной экономики и выступает ответственным партнером государственных структур, федеральной и региональных властей;
- проводит масштабную реконструкцию и модернизацию действующих мощностей, оптимизирует затраты, сокращает издержки и повышает производительность труда;
- обеспечивает собственную сырьевую безопасность и развивает производство продукции повышенной степени готовности;
- последовательно сокращает техногенную нагрузку на окружающую среду и стремится к экологической безопасности своих производств;
- постоянно находится в поиске новых направлений развития бизнеса;
- стремится выступать технологическим и инновационным лидером в своей отрасли;
- совершенствует маркетинговую и сбытовую политику для укрепления своих позиций на отечественном и мировом рынках;

- постоянно улучшает качество продукции, внедряет современные системы менеджмента качества и управления производственными процессами;
- создает условия для активного привлечения инвестиций, внедряет современные принципы корпоративного управления и корпоративной культуры;
- за счет эффективной системы организации и мотивации труда, предоставления широкого набора социальных гарантий создает своим сотрудникам возможности для наиболее полной реализации профессиональных навыков и творческого потенциала;
- ответственно выполняет свою роль перед обществом, в том числе и через участие в решении социальных проблем регионов, в которых расположены ее предприятия.

Порядок выполнения практического задания:

1. Проанализируйте пункты «назначение» и «Указания по реализации» и разработайте алгоритм действий по реализации политики в области качества от установки принципов до доведения ее до персонала низшего уровня.
2. Выберите одну из компаний УГМК, занимающуюся предоставлением услуг (Музей военной техники, Технический Университет, УГМК-телеком, УГМК-Здоровье), и, следуя приведенному плану, сформулируйте политику качества данного предприятия.

При составлении Политики качества фирмы вам необходимо учитывать принципы системы обеспечения качества:

- удовлетворение требований заказчиков;
- постоянное улучшение оказываемой услуги;
- эффективность при предоставлении услуги.

Заказчик находится в центре внимания. Его удовлетворенность может быть достигнута лишь при гармонии между тремя ключевыми аспектами качества -ответственностью высшего руководства, персоналом и материальными средствами, а также структурой обеспечения качества.

Пути реализации данных принципов:

- четко определяем потребности заказчика и характеристики качества;
- проводим необходимые предупредительные мероприятия во избежание неудовлетворенности заказчика;
- проводим оптимизацию расходов с целью достижения уровня услуги;
- осуществляем непрерывную проверку требований и результатов, предъявляемых к услуге.

3. По результатам выполненной работы оформите отчет.

Отчет по работе должен содержать:

- название темы и цель работы;
- алгоритм действий на реализации политики в области качества;
- требования к структуре и содержанию элементов Политики;
- проект Политики вашей фирмы;
- выводы о проделанной работе.

В выводах должно быть обобщение результатов выполненной работы.

4. Составить список основных документов системы менеджмента качества одного из предприятий УГМК.

Результатом успешного выполнения практического задания считается: четкие ответы на устные вопросы, выполнение проектировочного задания на основе применения методологии проектирования.

Практическая работа № 2.4

Тема: Документирование процессов и работ СМК

Тип практического задания – решение практических задач.

Устные вопросы по теме практического задания:

- Политика и цели в области качества.
- Руководство по качеству.

- Документирование процессов и процедур.
- Документы для обеспечения эффективного планирования и управления.

Практическое задание:

1. Установите наличие указанной документации на Вашем предприятии.

Стандартом ИСО 9001:2008 для системы менеджмента качества организации для сертификации предусмотрена следующая документация СМК:

- а) заявление о политике и целях в области качества;
- б) руководство по качеству;
- в) документированные процедуры;
- г) документы, необходимые организации для обеспечения эффективного управления;
- д) записи, требуемые настоящим стандартом.

2. Изучите основные требования к документации СМК из п. 4.2. стандарта ГОСТ – Р ИСО 9001:2008 и Технического руководства ISO/TR 10013:2001 «Рекомендации по документированию систем менеджмента качества». Сравните структуру стандарта ГОСТ – Р ИСО 9001:2008 и «Руководства по качеству» на вашем предприятии.

3. Проанализируйте состояние документации на своем предприятии с точки зрения требований указанных документов.

4. Составьте проект служебной записки руководителю организации «О состоянии и предложениях по совершенствованию документации».

Результатом успешного выполнения практического задания считается: правильные ответы на устные вопросы, выполнение проекта служебной записки на основе систематизации работы по заданному направлению (протоколирует, ведет переписку, привлекает экспертов).

Практическая работа № 2.5.

Тема: Разработка СМК в организации

Тип практического задания – решение практической задачи

Устные вопросы по теме практического задания:

1. Перечислите основные виды документации по качеству, применяемые предприятиями/компаниями.

2. Назовите основные элементы качества по ИСО.

3. Что побуждает предприятия и организации разрабатывать и внедрять системы менеджмента качества? Какова роль руководства при этом процессе?

Практические задачи:

1. Ознакомьтесь с представленной ниже информацией и ответьте на следующие вопросы.

- Какие факторы, способствующие процессу улучшения СМК, по вашему мнению, выделило руководство компании?
- Как вы оцениваете результаты, достигнутые компанией?

В 2006 г. компания N начала работу по улучшению существующей СМК. Руководство компании определило ключевые факторы, способствующие процессу улучшения. К концу 2009 г. компания достигла следующих результатов:

- издержки, связанные с низким качеством, сократились на 44 %;
- производительность труда выросла на 8 %;
- объем реализации продукции увеличился на 27 %;
- производственный брак сократился до 0,1 %;
- стоимость отгружаемой продукции повысилась на 36 %;
- число работающих в 11 подразделениях сократилось на 30 %;
- налогооблагаемая прибыль выросла на 124 %;
- количество годной продукции, принимаемой службой контроля, возросло на всех производственных участках;
- объем годной продукции увеличился на 17 %, а прямые трудозатраты сократились на 50 %;
- сверхурочная работа сократилась на 91 %.

2. Разработайте план создания СМК в вашей организации по следующему образцу.

Этап	Наименование этапов плана
Этап 1.	Цели в области качества, Карта процессов, Политика в области качества
1.1.	Издать приказ о начале работ по внедрению СМК. Назначить Представителяруководства по качеству и менеджера по качеству. Сформировать рабочуюгруппу.
1.2.	Провести обучение персонала по теме «Требования стандарта ISO 9001:2000»
1.3.	Определить область сертификации предприятия
1.4.	Составить текст Политики в области качеств
1.5.	Составить карту процессов СМК
1.6.	Определить Цели в области качества для Организации
1.7.	Определить и наладить средства внутреннего информирования (доска качества, периодические собрания с персоналом).
Этап 2.	Управление документами, Управление записями
2.1.	Разработать процедуру управления документами СМК.
2.2.	Составить список имеющихся в организации внутренних правил, инструкций
2.3.	Составить список используемых в организации внешних нормативных и законодательных документов, стандартов.
2.4.	Составить процедуру управления записями
2.5.	Составить схему взаимодействия процессов СМК
Этап 3.	Описание основных и вспомогательных процессов (карта, процедуры, перечень записей СМК по процессу)
3.1.	Описать (документировать) взаимодействие между процессами СМК
3.2.	Разработать процедуры регламентирующие процессы СМК, применить их.
3.3.	Составить перечень выполняемых записей
3.4.	Установить измеримые индикаторы (показатели) качества. Определить критерии результативности процессов.
3.5.	Установить методы контроля продукции и процессов
3.6.	Определить порядок метрологического обеспечения средств измерения. Список измерительного оборудования
Этап 4.	Внутренние аудиты
.1.	Определить группу внутренних аудиторов. Провести обучение внутреннихаудиторов СМК
.2.	Составить процедуру «Внутренние аудиты СМК». Матрица ответственности. Составить план внутренних аудитов СМК на текущий и следующий годы. Провести собрание с персоналом о порядке проведения внутреннего аудитаСМК.
.3.	Составить процедуры «Управление несоответствующей продукцией», «Корректирующие действия», «Предупреждающие действия».
.4.	Определить состав, порядок сбора и анализа информации, необходимой дляподтверждения пригодности СМК и для её улучшения (п.8.4).
.5.	Определить методы сбора и использования информации об удовлетворенностиклиентов.
.6.	Провести внутренние аудиты документированных процессов СМК
.7.	Выполнить анализ установленных в ходе аудитов несоответствий, выработать

	корректирующие действия (или коррекцию), закрыть несоответствия
Этап 5.	Ресурсы. Компетентность персонала. Инфраструктура. Рабочая среда
5.1.	Тем, у кого это не делается, начать планирование инвестиций
5.2.	Разработать процедуру «Управление компетентностью персонала»
5.3.	Определить и установить требования к компетентности персонала, деятельность которого влияет на качество продукции (как вариант – должностные инструкции)
5.4.	Собрать данные о компетентности персонала. Составить план обучения / повышения компетентности персонала на текущий и следующие годы
5.5.	Определить состав инфраструктуры и требования к инфраструктуре.
5.6.	Определить требования к производственной среде.
Этап 6.	Проектирование и разработка (7.3). Закупки (7.4).
6.1.	Принять решение о наличии деятельности по проектированию и разработке. Составить процедуру «Проектирование и разработка» или учесть требования п. 7.3. в других процедурах.
6.2.	Составить процедуру «Управление закупками»
6.3.	Составить список закупаемой продукции, определить требования к закупкам, определить правила приемки закупаемой продукции. Составить список квалифицированных поставщиков
6.4.	Провести внутренний аудит выполнения разработки и закупок
Этап 7.	Введение в действие СМК
7.1.	Закончить формирование всех документов СМК, принять их
7.2.	Составить Руководство по качеству
7.3.	Подготовить окончательную редакцию Политики в области качества и целей в области качества
7.4.	Провести собрание коллектива, довести до сведения коллектива Политику и цели, объявить о введении СМК в Организации
7.5.	Официально ввести в действие СМК
Этап 8.	Подготовка к проведению анализа СМК со стороны руководства
8.1.	Составить процедуру «Анализ СМК со стороны руководства»
8.2.	Провести внутренние аудиты всех процессов, выполнить корректирующие действия
8.3.	Собрать данные о деятельности процессов
Этап 9.	Анализ СМК со стороны руководства. Выполнение улучшений
9.1.	Подготовить отчет, содержащий входные данные для анализа СМК со стороны руководства
9.2.	Провести первый анализ СМК со стороны руководства
9.3.	Подготовить отчет, содержащий результаты анализа СМК со стороны руководства
9.4.	Провести собрание коллектива для обсуждения результатов анализа СМК со стороны руководства
9.5.	Сформировать и утвердить план развития СМК на следующий год
9.6.	Довести результаты анализа СМК со стороны руководства до всего персонала Организации
Этап 10.	Контрольный Аудит СМК. Устранение несоответствий
10.1	Проведение контрольного аудита
10.2	Выработка корректирующих действий
10.3	Внедрение корректирующих действий
10.4	Анализ результативности внедрения корректирующих действий
10.5	Закрытие несоответствий

3.График выполнения плана разработки и внедрения СМК

Результатом успешного выполнения практического задания считается: правильные ответы на устные вопросы, полное выполнение практических задач, связанных с разработкой предложений по повышению эффективности использования ресурсов.

Практическая работа № 3.2

Тема: *Разработка процессной модели IDEF0*

Тип практического задания – решение практических задач.

Устные вопросы по теме практического задания:

- Специфика построения модели IDEF0 на основе организационной структуры.
- Особенности построения модели IDEF0 на основе цепочек создания ценности.

Практические задачи

Задание 1. Моделирование на основе организационной структуры.

На основе анализ рис.1-3 ответить на следующие вопросы:

- Каким образом раскрыто место отдела маркетинга в оргструктуре компании на этих рисунках?
- Можно ли четко выделить бизнес-процессы, выполняемых в обозначенных организационной структурой крупных подразделениях компании?
- Отражен ли в данных рисунках принцип взаимодействия подразделений между собой? Отражен ли в рисунках принцип взаимодействия процессов между собой?
- Какие потоки документы обеспечивают взаимодействие отделов подразделения Службы сбыта между собой?
- Сколько процессов можно выделить в деятельности отдела маркетинга?

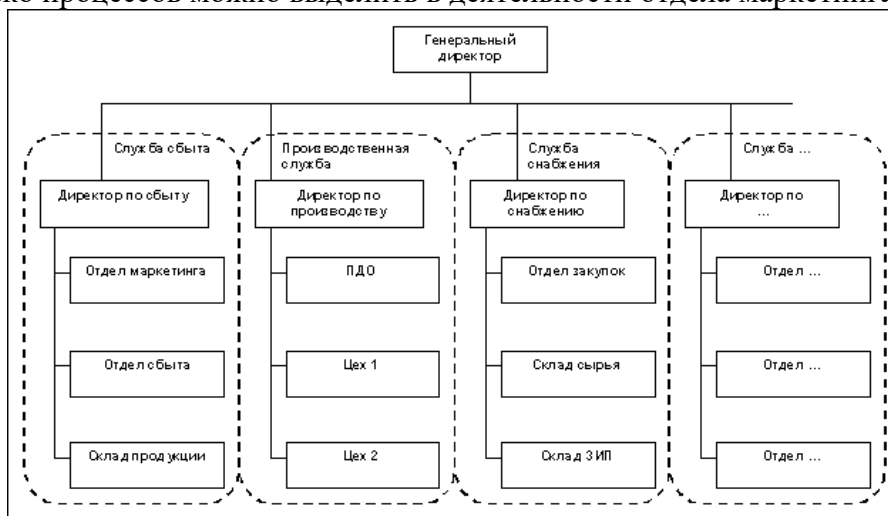


Рисунок 1. Фрагмент организационной структуры компании

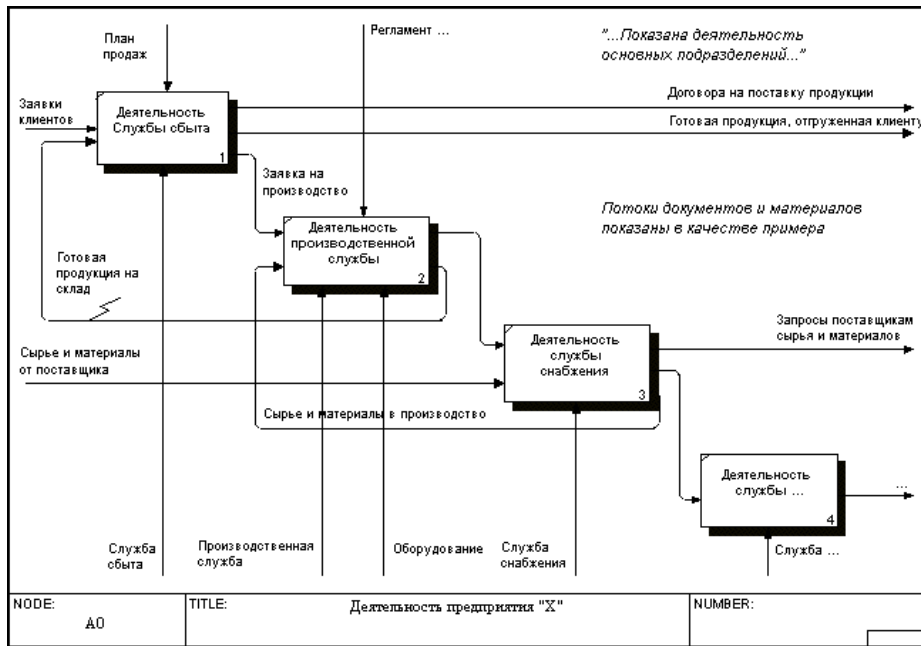


Рисунок 2. Фрагмент модели в IDEF0, построенной на основе организационной структуры компании. Диаграмма A0.

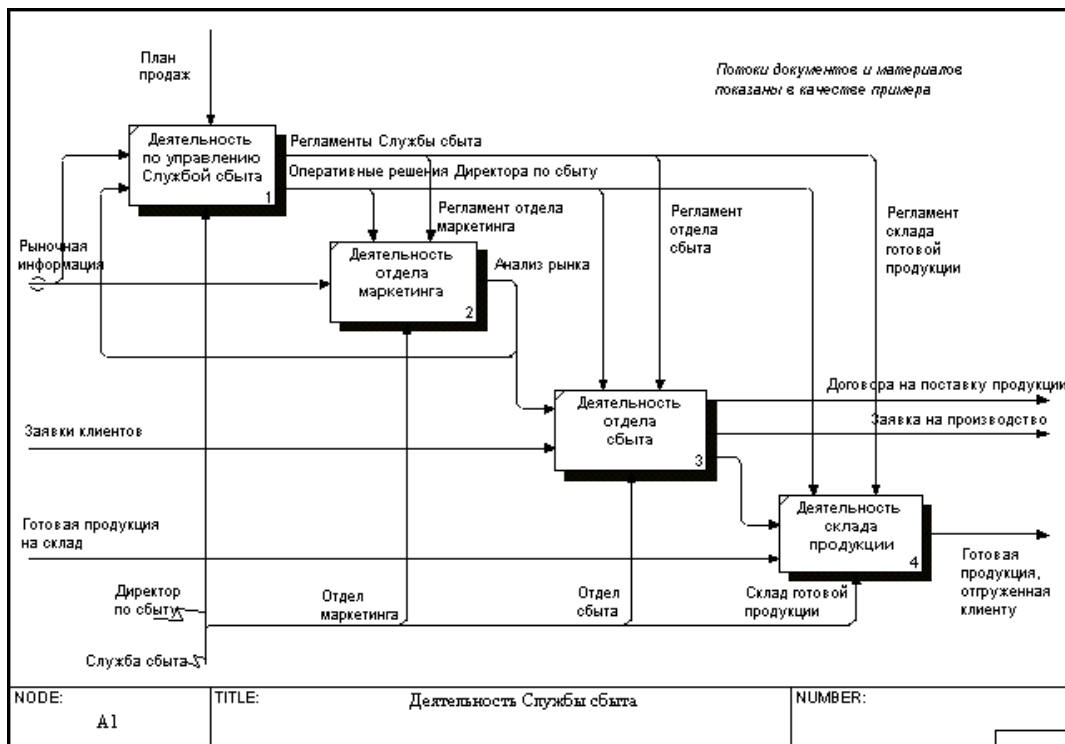


Рисунок 3. Фрагмент модели в IDEF0, построенной на основе организационной структуры компании. Диаграмма A1.

- Составить матрицу ответственности Отдела маркетинга на основе данных рисунков
Таблица 1. Матрица ответственности Отдела маркетинга.²

№	Процесс	Начальник Отдела маркетинга	Ведущий специалист-маркетолог	Специалист-маркетолог	Специалист по рекламе
1	Управлять Отделом маркетинга				

2	Выполнять исследования рынка				
3	Привлекать потенциальных клиентов				
4	Организовывать и проводить выставки				
5	Продвигать на рынок продукцию предприятия				

Отв. — отвечает за выполнение процесса;

Уч. — участвует в выполнении процесса;

Ин. — получает информацию по процессу.

Сделайте вывод: На сколько удобен в использовании данный метод моделирования в крупных производственных компаниях?

Задание 2. Моделирование на основе цепочек создания ценности.

На основе анализ рис.4-6 ответить на следующие вопросы:

- Опишите процессы, выполняемые самой производственной организацией.
- Какой бизнес процесс выделен на рис. 5? Какие подразделения задействованы в этом процессе? Каким образом распределена ответственность между подразделениями в рамках реализации данного процесса?
- Можно ли четко определить в данных схемах границы «сквозных» или межфункциональных бизнес-процессов?

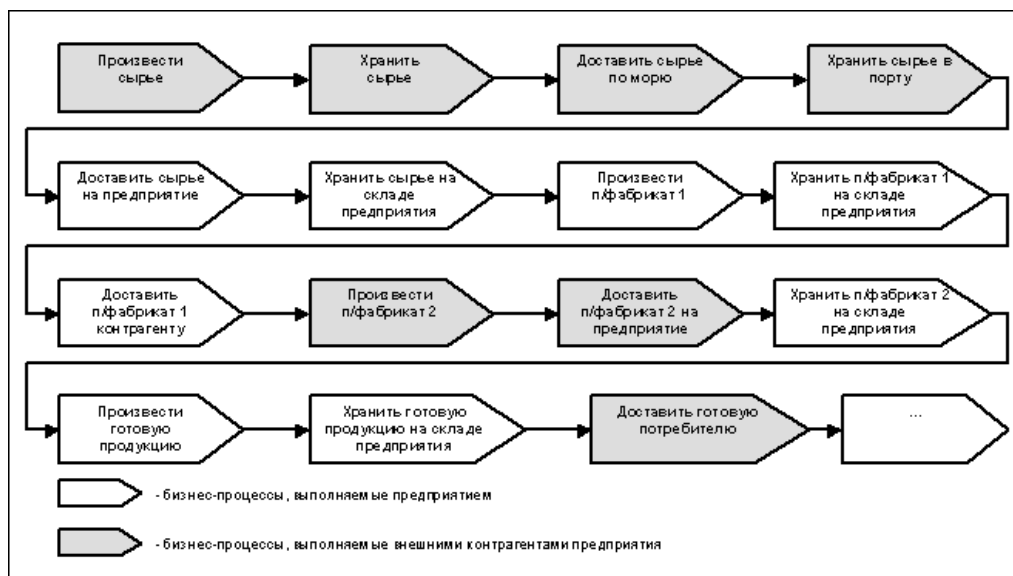


Рисунок 4. Фрагмент цепочки ценности

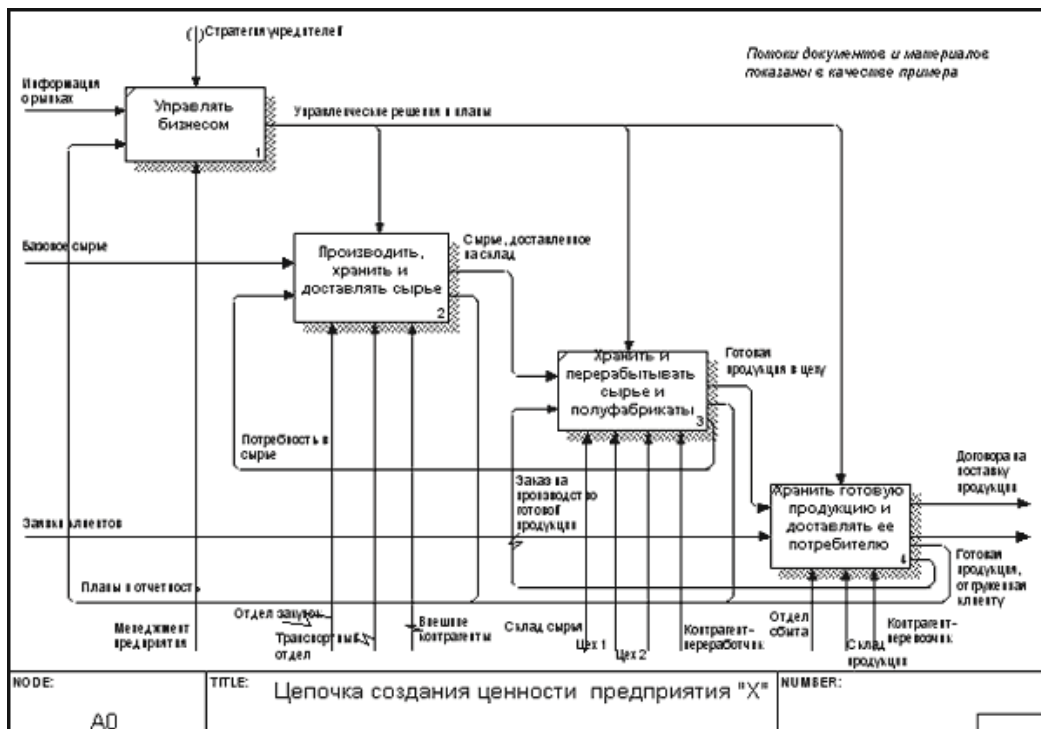


Рисунок 5. Фрагмент модели в IDEF0, построенной на основе цепочек создания ценности. Диаграмма A0.

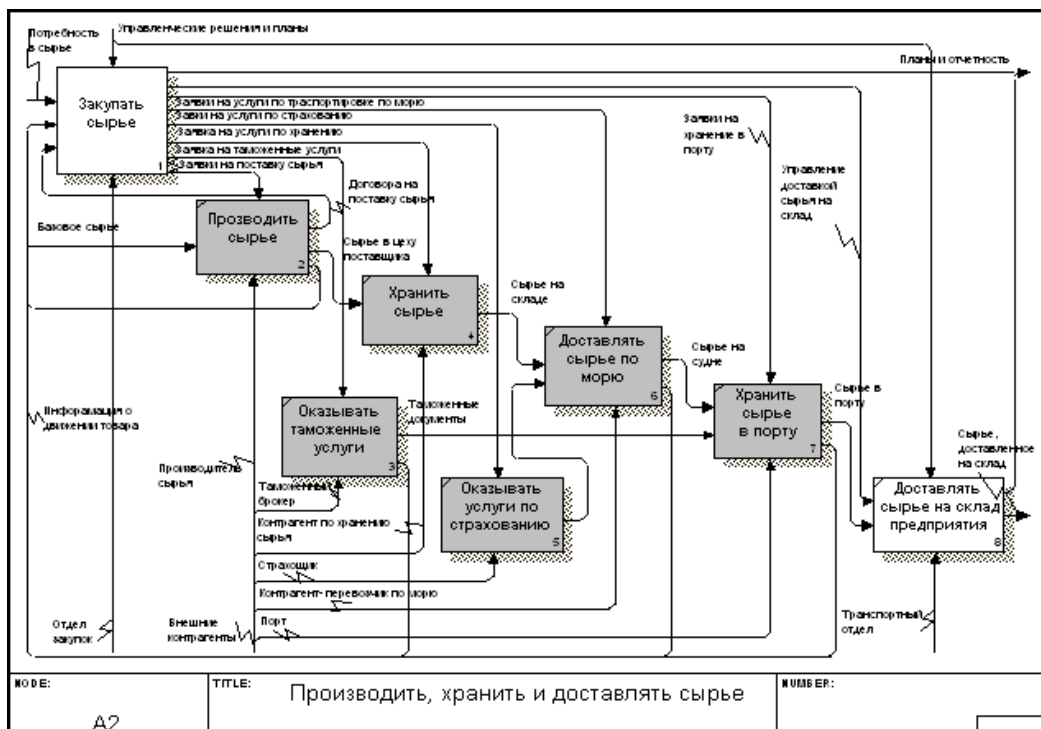


Рисунок 6. Фрагмент модели в IDEF0, построенной на основе цепочек создания ценности. Диаграмма A2.

Сделайте вывод: На сколько удобен в использовании данный метод моделирования в крупных производственных компаниях?

Результатом успешного выполнения практического задания считается: обоснованные ответы на вопросы практического задания, позволяющие демонстрировать магистрантам умение повышать свой интеллектуальный и общекультурный уровень; изучать новые методы исследований, изменять научный и производственный профиль своей профессиональной деятельности.

Практическая работа № 3.3

Тема: Карты процессов.

Тип практического задания – проектировочная работа

Устные вопросы по теме практического задания:

- Пирамида документов СМК.
- Декомпозиция процессов СМК
- Стандартная форма «Структура процесса СМК»

Практическое задание:

Групповая работа.

1. Составить стандартную форму «Структура процесса жизненного цикла» (на выбор: производственно организации в целом, конкретного производственного подразделения)

Задание 1.1. Производство черного металла

Задание 1.2. Техническое сервисное обслуживание

Задание 1.3. Обеспечение сырьем (закупки)

2. Составить стандартную форму «Структура обеспечивающего процесса» (на выбор: производственно организации в целом, конкретного производственного подразделения)

Задание 2.1. Поддержание инфраструктуры и производственной среды

Задание 2.2. Управление персоналом

Задание 2.3. Управление документацией

Результатом успешного выполнения практического задания считается: составление, чтение и корректировка не менее 2 стандартных форм карт процессов СМК с применением инженерных знаний для разработки и реализации проектов, удовлетворяющих заданным требованиям.

Практическая работа № 4.3.

Тема: Определение этапов формирования затрат на качество

Тип практического задания – решение кейса

Устные вопросы по теме практического задания:

1. В чем преимущество сметы затрат на качество перед другими носителями информации?
2. Дайте характеристику этапов формирования затрат на качество.
3. Каково значение обратной связи с потребителем продукции/услуги при их разработке и потреблении?
4. Как качество влияет на прибыль организации и ее издержки?
5. Дайте классификацию затрат на обеспечение качества.
6. Каков диапазон «цены» качества?
7. Как изменяется структура затрат на качество в результате внедрения системы TQM?
8. В чем состоят основные преимущества внедрения систем менеджмента качества?
9. Какова роль руководства предприятия во внедрении систем менеджмента качества?
10. Проанализируйте, какие элементы затрат на качество увеличиваются в результате внедрения TQM.

Теоретический материал

Технический прогресс сократил жизненный цикл множества продуктов. Например, в компьютерной технике время производства изделия стало сопоставимым со временем его разработки. Высокая техническая сложность изделия приводит к тому, что до 90% производственных затрат определяются именно на стадии НИОКР. Таким образом, важнейший принцип управления затратами на качество можно определить как «прогноз и

управление расходами на производство изделия на стадии его проектирования». Такой подход четко иллюстрирует общность подходов в различных разделах кост-менеджмента.

Метод ABC («ActivityBasedCosting») - учет затрат по работам. Он возник в результате изменений, происходящих в экономической структуре, в частности, изменились взгляды на методику учета затрат и расчета себестоимости продукции.

Согласно методу ABC предприятие рассматривается как набор рабочих операций, определяющих его специфику. В процессе работы потребляются ресурсы (материалы, информация, оборудование), возникает какой-либо результат. Соответственно начальной стадией применения ABC является определение перечня и последовательности работ на предприятии путем разложения сложных рабочих операций на простейшие составляющие параллельно с расчетом потребления ресурсов.

В рамках ABC выделяют три типа работ по способу их участия в выпуске продукции: UnitLevel (штучная работа), BatchLevel (пакетная работа) и ProductLevel (продуктовая работа).

Такая классификация основывается на изучении зависимости между затратами и различными производственными процессами: выпуск единицы продукции, выпуск заказа (пакета), производство продукта как такового. При этом не учитывается еще одна важная категория затрат, которая не зависит от производственных событий, — затраты, обеспечивающие функционирование предприятия в целом.

Для учета таких издержек вводится четвертый тип работ — FacilityLevel (общехозяйственные работы). Первые три категории работ, а точнее затраты по ним, могут быть прямо отнесены на конкретный продукт. Результаты общехозяйственных работ нельзя точно присвоить тому или иному продукту, поэтому для их распределения приходится предлагать различные алгоритмы.

Согласно ABC рабочая операция должна иметь индекс-измеритель выходного результата — кост-драйвер. Так, кост-драйвером для статьи затрат «Снабжение» будет являться «Количество закупок»; для статьи «Настройка» — «Количество наладок». Второй этап применения ABC заключается в расчете кост-драйверов и показателей потребления ими каждого ресурса. Этот показатель потребления умножается на себестоимость единицы выхода работы. В итоге получаем сумму трудовых затрат на изготовление конкретного продукта. Сумма работ, которая затрачена для производства продукта, является его себестоимостью.

Метод управления затратами жизненного цикла — LifeCycleCosting (LCC) — прогноз и управление расходами на производство изделия на стадии его проектирования. Этот подход впервые был применен в США в рамках государственных проектов в оборонной отрасли. Стоимость полного жизненного цикла изделия (от проектирования до снятия с производства) была наиболее важным показателем для государственных структур, так как проект финансировался исходя из полной стоимости контракта или программы, а не из себестоимости конкретного изделия.

Новые технологии производства спровоцировали перемещение методов LCC в сектор частной экономики. Основными причинами этого перехода являются: резкое сокращение жизненного цикла изделий; увеличение стоимости подготовки и запуска в производство; практически полное определение финансовых показателей (затрат и доходов) на стадии проектирования.

Успешная работа в условиях конкуренции требует не только постоянного обновления номенклатуры и повышения качества выпускаемой продукции, но и тщательного анализа деятельности предприятия для сокращения ненужных или дублирующих функций (работ). Зачастую предприятие, преследуя своей целью снижение издержек, проводит политику тотального сокращения затрат. Это решение является наихудшим, так как в результате такой политики сокращению подлежат все работы независимо от их полезности. При общем сокращении может снизиться уровень выполнения основных работ, что должно привести к ухудшению качества продукции и снижению производительности деятельности

предприятия. Падение производительности вызовет очередную волну сокращений, что, в свою очередь, приведет вновь к снижению эффективности его работы.

Попытки выйти из этого замкнутого круга заставят предприятие поднять издержки выше первоначального уровня. Методология ABC, объединенная с анализом цепи создания стоимости, позволяет предприятию не просто постатейно сокращать затраты, а выявлять излишки ресурсопотребления и перераспределять их в целях повышения производительности.

Практическое задание: Решите предложенный кейс

Кейс 2.

Завод производит три вида продукции: А, В, С. На стадии проектирования сложного технического изделия А решается вопрос об объеме и уровне детализации технического описания.

Предположим, разработка подробных инструкций по обслуживанию будет стоить 25 тыс. руб. плюс издание для каждого комплекта оборудования — еще 10 руб. Причем наличие или отсутствие инструкций никак не отразится на цене продажи (10 тыс. руб.), так как гарантийные обязательства включают обслуживание с выездом к заказчику, т.е. потребитель не будет интересоваться сопроводительной документацией из-за уверенности в технической поддержке. Сервисный отдел предприятия работает по окладному принципу, и расходы на его содержание составляют 50 тыс. руб. в месяц.

Средняя стоимость одного вызова составляет 400 руб. (средние транспортные расходы плюс почасовая ставка персонала, умноженная на среднее время вызова), среднее количество вызовов — 100 в месяц, и они распределены следующим образом: изделие А (выпуск без инструкции по обслуживанию) — 60; изделие В и С — по 20 каждое (снабжены инструкциями).

Из опыта производства и обслуживания изделий В и С следует, что в результате выпуска инструкций по эксплуатации количество вызовов снизится с 60 до 20 в месяц.

Обоснуйте, следует ли выпускать инструкции по обслуживанию изделий.

Результатом успешного выполнения практического задания считается: правильные ответы на устные вопросы, решение ситуационной задачи, демонстрирующее умение магистранта проводить экономический анализ затрат и результативности технологического процесса, а также разрабатывать предложения по повышению эффективности использования ресурсов.

Практическая работа № 5.3

Тема: Самооценка как инструмент управления качеством

Тип практического задания – решение кейса

Устные вопросы по теме практического задания:

1. Сравните модели национальных премий по качеству для стран Европы, США и России.
2. Какие средства, методы и инструменты менеджмента качества вы знаете?
3. Установите с помощью ABC-анализа и диаграммы Парето важнейшие факторы, влияющие на качество продукции/услуг фирмы, с целью повышения их качества.
4. Проведите анализ причин, влияющих на важнейший фактор предыдущего задания, с использованием причинно-следственной диаграммы Исикавы.
5. Почему руководство, изменив представление организации о качестве, оказывает огромное влияние на повышение качества?

Практическое задание

Ознакомившись с теоретическим материалом, содержанием, значением и методиками самооценки качества функционирования предприятий и организаций, ответьте на контрольные вопросы и решить задание-кейс.

Кейс 3.

Проведите самооценку качества функционирования одного из производственных подразделений УГМК на основе нижеследующих рекомендаций.

Оценка качества функционирования организации происходит по девяти критериям, каждый из которых имеет собственный «вес»:

- 1) Руководство - 10 усл. ед.;
- 2) Политика и стратегия - 8 усл. ед.;
- 3) Управление людьми - 9 усл. ед.;
- 4) Ресурсы - 9 усл. ед.;
- 5) Процессы - 14 усл. ед.;
- 6) Удовлетворение заказчиков - 20 усл. ед.;
- 7) Удовлетворенность персонала - 9 усл. ед.;
- 8) Влияние на общество - 6 усл. ед.;
- 9) Результаты бизнеса – 15 усл. ед.

Каждый критерий анализируется по десяти индивидуальным показателям, которые могут принимать значения в баллах от 0 до 1. Для подсчета итогового результата по каждому критерию складывают баллы показателей каждого из них и умножают на его удельный вес. Оценка качества функционирования организации в целом осуществляется путем суммирования результатов девяти критериев.

Представление относительной важности проблем/резервов повышения качества функционирования организации с целью выбора «стартовой» точки для их реализации осуществляется при помощи диаграмм Парето. Для их построения используют резервы, найденные при помощи первоначальной самооценки критериев менеджмента качества.

В дальнейшем разрабатывается программа сценарных деревьев целей реализации резервов повышения качества организации на основе причинно-следственной диаграммы Исикавы.

Каждый показатель в соответствии с Европейской премией качества может принимать следующие значения в баллах: 0,00 балла — не предпринято никаких действий по разработке или внедрению плана мероприятий, связанных с реализацией данного показателя; 0,25 балла — разработан метод решения задачи и начата его реализация; имеются определенные доказательства, что благодаря методу достигнут желаемый эффект; 0,50 балла — метод внедрен приблизительно в половине подразделений, негативные тенденции при этом выявлены и понятны; 0,75 балла — достижение поставленных целей в большинстве областей благодаря систематическому применению новых методов и подходов; 1,00 балл — метод утвержден, постоянно анализируется его применение, он стал составной частью регулярной деятельности.

Таблица – Анкета самооценки деятельности в области управления качеством

№ п/п	Показатель	Оценка, баллов
1.Руководство		
1	Руководители доступны, посещают рабочие места персонала, хорошо взаимодействуют со своими подчиненными, выслушивают их. Широко применяются специальные группы для решения проблем, они работают эффективно. Между группой и руководителем поддерживается двусторонняя связь	
2	Руководители осознали важность метода TQM(всеобщее руководство качеством) и свою роль лидера в этом процессе. Работа по повышению квалификации начинается с самих руководителей, которые широко применяют соответствующие методы в своей повседневной деятельности	
3	Руководители стараются действовать на основе анализа их собственного поведения как руководителя. Имеются заметные изменения в поведении, являющиеся следствием реакции на результат анализа	
4	Руководители демонстрируют свои обязанности в области TQM путем анализа своих достижений и действий на основе полученных результатов	

5	Руководители включены в процесс оценки того, как служащие осознали метод TQM, участвуя в диагностических мероприятиях, семинарах, а также проводя регулярно анализ состояния дел совместно с подчиненными	
6	Оценка и поддержка деятельности в области TQM включены в обязательства руководителей и являются составной частью процесса TQM	
7	Руководители обеспечивают поддержку и признание деятельности групп и их успехов на всех уровнях (на рабочих местах, на участках, в отделении и в компании в целом)	
8	Руководители поддерживают систему TQM, выделяя соответствующие ресурсы, которые должны включать в том числе средства для подготовки групп по улучшению деятельности и для внедрения их рекомендаций, а также предусматривают средства для персонального повышения квалификации и образования	
9	Руководители регулярно встречаются с потребителями и поставщиками, участвуют в развитии партнерских отношений и создании совместных групп по улучшению деятельности	
10	Руководители активно поддерживают метод TQM вне организации путем участия в профессиональных объединениях, публикации статей и буклетов, выступлений на конференциях и среди местной общественности	
2. Политика и стратегия		
1	Имеется заявление о миссии организации, включающее тезис о значимости поддержки деятельности в области качества и/или принципы поддержки, а также стратегию бизнеса	
2	Содержание п. 1 имеет непосредственную связь с концепцией TQM	
3	Существуют процедуры, позволяющие учитывать мнение сотрудников при формировании политики и стратегии организации (например, проведение опросов, презентация политики и т. п.), есть процедуры сбора мнений сотрудников о путях улучшения деятельности	
4	Существуют процедуры, позволяющие учитывать мнение заказчиков, поставщиков, регулирующих и полномочных органов, а также общественности при формировании политики и стратегии	
5	Имеются эффективные процедуры распространения информации о политике и стратегии организации (включая, например, презентацию соответствующих документов на брифингах и семинарах). Имеется положительная реакция на эти мероприятия. Способы распространения выбираются и приспособляются в зависимости от соответствующего уровня подразделения, обеспечен свободный доступ к соответствующей документации	
6	Регулярно проводится анализ стратегических бизнес-планов на основе информации руководителей, результатов бизнеса, а также обратной связи от потребителей, поставщиков, регулирующих органов, местной общественности, прессы и других компаний	
7	Политика и стратегия формируют основу бизнес-планов по специальной системе, обеспечивающей этот процесс. Планы регулярно проверяются на предмет их соответствия политике организации	
8	Как результат действий по п. 6 определяются и вводятся улучшения в политику и стратегию, обеспечивая тем самым более тесную связь с задачами бизнеса	

9	Процесс разработки политики и стратегии сопоставляется с уровнем достижений конкурентов и других первоклассных фирм	
10	Миссия и бизнес-политика охватывают все направления деятельности и весь персонал. Политика определяет деятельность, служащие осознают важность заявления о политике, которая является для них мотивационным фактором	
3. Управление людьми		
1	Обеспечена связь снизу вверх и сверху вниз между отдельными сотрудниками, отделами и подразделениями путем регулярного проведения двусторонних встреч, дискуссий и других методов	
2	Эффективность этих взаимосвязей регулярно оценивается и сопоставляется с лучшей мировой практикой, процесс взаимосвязи постоянно улучшается	
3	Стратегический план обеспечения организации кадрами направлен на поддержку политики и стратегии компании. Предусмотрены процедуры, обеспечивающие уверенность в том, что все необходимые для фирмы структуры созданы и потребности в кадрах точно определены	
4	Профессиональные возможности работников определены и сопоставлены с потребностями. Прием на работу и подготовка кадров осуществляются в соответствии с этими потребностями. Отдаленные потребности в квалифицированных работниках оцениваются на основе перспективного стратегического планирования	
5	Разработан и реализован план первичной подготовки и обучения. План дальнейшей подготовки и повышения квалификации разработан на основе потребностей в кадрах и внедрен	
6	Эффективность подготовки кадров анализируется путем проведения после курсовых экзаменов, годовых аттестаций анализа степени удовлетворенности заказчика и регулярно сопоставляется с потребностями фирмы	
7	Задачи и цели каждого работника обсуждаются с ним (или с группами работников) путем переговоров. Соответствие деятельности этим целям и задачам постоянно анализируется. Аттестация работников эффективна	
8	Любой сотрудник участвует в деятельности по непрерывному улучшению путем внесения предложений, участия в работе групп по улучшению деятельности, внутрифирменных совещаниях и собраниях, в рабочих группах совместно с потребителями/поставщиками	
9	Сотрудникам предоставлено право действовать. Есть много доказательств существования групп по улучшению деятельности и внедрению рекомендаций членов этих групп. Имеется план, в соответствии с которым ускоряется процесс передачи полномочий на места	
10	Процесс управления людскими ресурсами анализируется и улучшается на основе мнений контролеров и итогов регулярных аттестаций. Такие показатели, как уровень пенсионного обеспечения, условия труда, безопасность и т. п. сопоставляются с наивысшими мировыми стандартами и есть доказательства того, что на основе этих сопоставлений происходит их непрерывное улучшение	
4. Ресурсы		
1	Финансовая стратегия отражает принципы TQM, в том числе предложения об основных расходах учитывают влияние, которое они могут иметь на удовлетворение заказчиков. В бюджете учтены затраты, направленные на предотвращение дефектов, проведение контроля и брак	

2	Имеются финансовые планы, приоритеты которых соответствуют политике и целям организации и включают анализ рисков с точки зрения их влияния на финансовые потоки, создание страховых резервов и т.п. деятельность по выполнению планов постоянно анализируется и улучшается	
3	Деятельность сфокусирована на увеличении прибыльности акций посредством инициатив, направленных на снижение текущих и капитальных составляющих затрат	
4	Информационная система управляется и координируется так, чтобы иметь достаточный охват и минимизировать число актов ввода информации. Информационная система постоянно анализируется, деятельность по сбору информации совершенствуется. Эти улучшения охватывают также информацию, предназначенную для потребителей, поставщиков и населения	
5	Информационная система удовлетворяет требованиям международных стандартов. Данные по качеству регистрируются и существуют специальные процедуры анализа этой информации. Есть специальная система, обеспечивающая гибкость, интегрирование и защиту информации. Существуют процедуры, обеспечивающие возможность сравнения информационной системы с лучшими аналогами	
6	Осуществляется управление материальными ресурсами и деятельностью поставщиков посредством применения системы отбора поставщиков и отчетов об их деятельности. Поставщики привлечены к совместной деятельности по снижению брака и разработке новых видов продукции и процессов	
7	Отходы материалов минимизируются благодаря их постоянному учету и сопоставлению с нормами. Уровень отходов сопоставим с лучшими достижениями. Деятельность по улучшению направлена на снижение отходов	
8	Складские запасы минимизируются благодаря применению метода поставок «точно вовремя». Есть доказательства оптимизации постоянных активов путем своевременного перераспределения ресурсов, организации сменной работы и т. п.	
9	Существует эффективная процедура выявления и анализа альтернативных и предполагаемых технологий, которые могут иметь влияние на бизнес. Есть доказательства того, что применяемая технология давала в недавнем прошлом преимущества перед другими конкурентами. Технология является составной частью деятельности по улучшению процесса и информационных систем. Интеллектуальная собственность защищена и используется	
10	Повышение профессионального мастерства и способностей персонала соответствует новым технологиям. Служащие проходят специальную подготовку в области новых технологий для того, чтобы быть способными обеспечить внедрение новой продукции или процессов. Уровень мастерства и технологические процессы являются передовыми	
5. Процессы		
1	Ключевые бизнес-процессы определяются и развиваются исходя из целей организации	
2	Влияние этих процессов на бизнес постоянно анализируется на всех уровнях. Смежные проблемы решаются посредством регулярных совещаний	

3	Внутренние процессы точно установлены и определены в соответствующих рабочих инструкциях. Внутри организации точно определены внутренние потребители и поставщики, для улучшения взаимодействия между ними используются специальные группы	
4	Внутри организации систематически проводится работа по улучшению процессов путем внедрения систем качества, удовлетворяющих международным стандартам	
5	Стандарты на процессы точно определены, и на всех соответствующих уровнях проводится оценка деятельности на соответствие этим стандартам	
6	При разработке стандартов и задач используется обратная связь от потребителей и поставщиков, например, посредством использования информации об удовлетворении потребителя	
7	Задачи текущей деятельности соотносятся с предшествующими достижениями, и каждая такая задача для каждого ключевого процесса, как минимум, ежегодно пересматривается	
8	Для стимулирования творчества и нововведений применяется процесс обучения и подготовки персонала. Существует четкая система поддержки новых идей на всех уровнях и доказательства того, что улучшение продукции и процессов является следствием внедрения и предложений сотрудников	
9	Новые или измененные процессы опробованы, и их внедрение контролируется. Широкое распространение получил пятистадийный метод реализации проектов по усовершенствованию. Все новации доведены до сведения персонала, который прошел соответствующую подготовку до проведения изменений	
10	Все изменения в процессах должны проверяться для обеспечения уверенности в том, что желаемые результаты достигнуты. Это осуществляется путем аудиторских проверок и регулярного анализа со стороны руководителей. Результаты, не подтверждающие ожидания, становятся причиной для проведения тщательного анализа и принятия корректирующих действий	
6. Удовлетворение заказчиков		
1	Существует система (например, надзор, регулярные встречи), позволяющая установить требования заказчика и определить степень их удовлетворения	
2	Организован сбор информации по оценке степени удовлетворенности заказчика (например, опрос заказчиков, их жалобы) и состояния дел с поставками	
3	Подробная информация, относящаяся к потребителю, предоставляется всем соответствующим сотрудникам, постоянно анализируется и используется в управленческой деятельности	
4	Все служащие понимают важность уровня удовлетворения заказчика и значимость вклада каждого из них для повышения этого уровня	
5	Установлены цели деятельности, которые непосредственно связаны с повышением степени удовлетворенности заказчика	
6	Деятельность регулярно оценивается с точки зрения достижения поставленных целей. Анализ показывает положительные тенденции в течение последних 3 лет	

7	Постоянно осуществляется сравнение с первоклассными компаниями (где это возможно) и с другими конкурентами, и определяются важные для организации подходы	
8	Степень удовлетворения потребителей достигла запланированного уровня, и определены новые, более высокие уровни во всех направлениях, являющихся важными для потребителей	
9	В течение последних 3 лет степень удовлетворения потребителей демонстрирует свой рост и достижение поставленных целей. Улучшения связаны с политикой и стратегией	
10	Результаты удовлетворения заказчиков систематически анализируются и улучшаются с учетом их изменяющихся потребностей	
7. Удовлетворенность персонала		
1	Существует система, позволяющая оценивать степень удовлетворенности сотрудников, включая ежегодные обзоры по вопросам общего социального климата, взаимоотношений, условий труда, стиля руководства, повышения квалификации, возможности продвижения по службе и т. д.	
2	Система оценки степени удовлетворенности сотрудников дополнена доверительными (конфиденциальными) встречами с ними	
3	Выявлены ключевые составляющие, определяющие степень удовлетворенности персонала, которые постоянно оцениваются с помощью методов, описанных в пп. 1 и 2. Эти составляющие определяются на основе их влияния на общие результаты деятельности	
4	Закрепление ключевых сотрудников контролируется и оценивается положительно. Уровень прогулов минимален	
5	Результаты применения методов, повышающих степень удовлетворенности персонала, анализируются внутри подразделений, публикуются и показывают тенденцию к улучшению	
6	Внутренние жалобы сотрудников учитываются, анализируются и имеют тенденцию к снижению в течение последних трех лет. Существуют доказательства того, что сотрудники ощущают свою значимость и их вклад в общее дело признан	
7	Существует активная поддержка и предоставляются соответствующие полномочия сотрудникам для работы в составе групп улучшения, что является одной из составляющих их удовлетворенности	
8	Итоги деятельности по повышению удовлетворенности персонала из года в год имеют положительную тенденцию, поставленные цели достигнуты. Эти достижения напрямую связаны с политикой и стратегией	
9	Сравнение с показателями первоклассных фирм показывает приемлемый уровень удовлетворенности персонала	
10	Степень удовлетворенности персонала систематически анализируется, оценивается и повышается с учетом изменяющихся потребностей у сотрудников	
8. Влияние на общество		
1	Существует системный подход к оценке влияния производств фирмы на окружающую среду и экологию вне производственной территории с точки зрения выбросов, шума, сохранения ландшафта и местных достопримечательностей	
2	Существует системный подход к безопасному применению, хранению и удалению продуктов/материалов	

3	Существует системный подход к учету, анализу, и имеются улучшения в применении энергии, природного сырья, а также в повторном использовании материалов	
4	Применяются такие дополнительные показатели оценки деятельности, как жалобы населения, аварии, влияющие на безопасность, полученные премии, а также влияние на уровень занятости населения	
5	Существуют методы, обеспечивающие обратную связь от общественности, проживающей вокруг фирмы. Эта информация анализируется и соответствующим образом учитывается при определении задач деятельности	
6	На основе информации, полученной в результате мероприятий, указанных в пп. 1—3 и 5, предпринимаются там, где это возможно, соответствующие действия по улучшению	
7	Осуществляются мероприятия по поддержке местных жителей за счет участия организации в реализации местных проектов, помощи школам и колледжам (например, учреждение премии за учебу и предоставление возможностей прохождения производственной практики), благотворительности в области медицины, спорта, досуга	
8	Проводятся мероприятия по поддержке местных технических обществ за счет предоставления возможностей в проведении различных исследований на базе оборудования и установок, имеющихся на фирме	
9	Итоги деятельности по пп. 1—4, 6—8 показывают улучшения. Эти улучшения можно напрямую связать с политикой и стратегией	
10	Результаты влияния на общество систематически оцениваются, анализируются и улучшаются с учетом улучшающихся условий. Все результаты сопоставимы с наилучшими показателями других фирм и демонстрируют положительную тенденцию	
9. Результаты бизнеса		
1	Для каждого подразделения определены ключевые финансовые показатели и показатели деятельности. Они должны включать соотношение «затраты-прибыль», финансовые потоки, распределение рынка, производительность, сверхплановые затраты, управление активами, индекс акций	
2	Определены также показатели деятельности, не относящиеся к финансовой сфере. Они должны включать меры по снижению отходов, уменьшению общего времени производственного цикла, по повышению уровня удовлетворения потребителей, уровня культуры на производстве и т. д.	
3	Для всех ключевых показателей определены цели, которые напрямую связаны с политикой и стратегией подразделений и отражают непрерывное улучшение	
4	На местах разработаны планы деятельности подразделений по достижению целей бизнеса. Эти планы, где это возможно, трансформированы в цели и задачи отдельных сотрудников	
5	Фактическое положение дел регулярно анализируется с точки зрения достижения поставленных целей, и результаты анализа доводятся до сведения всех работников	
6	Все тенденции в деятельности компании хорошо понятны персоналу. Составлены и реализуются планы по достижению поставленных целей	
7	Для сравнения целей и задач внутри фирмы применяется метод сопоставления аналогичных показателей среди различных подразделений	

8	Имеются доказательства непрерывного улучшения во всех ключевых направлениях, и они могут быть напрямую связаны с политикой и стратегией	
9	Результаты бизнеса систематически анализируются и улучшаются, так же как и эффективность применяемых мер	
10	Результаты оказываются удовлетворительными в сравнении с результатами конкурентов и первоклассных компаний	

Таблица – Исходные данные для формирования проблем/резервов повышения качества

№	Критерий в порядке убывания важности	Важность критерия, баллов	Требуемый результат, баллов	Полученный результат, баллов	Число резервов, усл.	Резервы нарастающим итогом, усл.	Резервы, %	Кумулятивный итог резервов, %	Результативность менеджмента, %
	ИТОГО	100	1000						

Результатом успешного выполнения практического задания считается: заполнение таблиц с демонстрацией умений планировать и проводить аналитические, имитационные и экспериментальные исследования, критически оценивать данные и делать выводы; изучать новые методы исследований, изменять научный и производственный профиль своей профессиональной деятельности.

Практическая работа № 6.2

Тема: **Внедрение стандартов OHSAS 18000 на предприятиях УГМК**

Тип практического задания – решение практических задач.

Устные вопросы по теме практического задания:

1. Особенности международных стандартов OHSAS 18000.
2. Внутренние преимущества компании от внедрения международных стандартов OHSAS 18000.
3. Внешние преимущества компании от внедрения международных стандартов OHSAS 18000.

Практическое задание:

1. Определить перечень документов Вашей организации (или Вашего производственного подразделения), в которые необходимо внести коррективы в соответствии с требованиями данных стандартов.
2. Определить перечень документов Вашей организации (или Вашего производственного подразделения), которые необходимо создать в соответствии с требованиями данных стандартов.

Объекты системы стандартов безопасности труда	Необходимо внести коррективы в документы	Необходимо разработать новые документы
1) основные положения системы стандартов безопасности труда		

2) метрологическое обеспечение безопасности труда;		
3) классификация опасных и вредных производственных факторов		
4) термины и определения основных понятий в области безопасности труда		
5) общие требования безопасности по видам опасных и вредных производственных факторов (общие требования электробезопасности, пожаро- и взрывобезопасности и др.), а также методы защиты работающих от этих факторов		
6) методы контроля нормируемых параметров опасных и вредных производственных факторов		
7) предельно допустимые значения параметров опасных и вредных производственных факторов		
8) общие требования безопасности к производственному оборудованию и к группам производственного оборудования, а также методы контроля и оценки выполнения требований безопасности		
9) общие требования безопасности к комплексам производственного оборудования, работающим в автоматическом и/или полуавтоматическом режимах, и методы контроля выполнения требований безопасности		
10) общие требования безопасности к производственным процессам и видам технологических процессов, а также методы контроля выполнения требований безопасности		
11) классификация средств защиты работающих		
12) общие технические требования к классам и видам средств защиты работающих		
13) методы контроля и оценки защитных и гигиенических свойств средств защиты работающих		
14) номенклатура показателей качества классов и видов средств защиты работающих		
15) общие требования к маркировке средств защиты работающих		
16) требования к цветам и знакам безопасности		

Результатом успешного выполнения практического задания считается четкое выполнение практического задания, связанное с демонстрацией умения контролировать строгое выполнение правил техники безопасности и охраны труда, безопасной эксплуатации оборудования; систематизировать работу по конкретному перспективному направлению.

Практические работы по теме модуля: «Управление качеством рудного сырья»

Практическая работа № 1

Тема: Связи технологических показателей обогащения с параметрами системы управления качеством рудного сырья.

Тип практического задания – расчетная работа.

Устные вопросы по теме практического задания:

- как влияет рост содержания ценного компонента в руде на извлечение его в концентрат?
- почему с уменьшением диапазона колебаний содержания ценного компонента в руде возрастает извлечение ценного компонента в концентрат?
- назовите известные Вам показатели усреднения.
- как рассчитать коэффициент вариации содержания ценного компонента в руде?
- почему нельзя усреднять руды, объединяя потоки нескольких технологических типов?

Практическое задание (на основе исходных данных об обследуемом предприятии):

- рассчитать среднее значение содержания N-ого ценного компонента в поступающей на обогащение руде (типе руды) по часовым данным за 3 месяца;
- рассчитать среднее значение содержания N-ого ценного компонента в поступающей на обогащение руде (типе руды) по суточным данным за год;
- рассчитать среднее значение содержания N-ого ценного компонента в поступающей на обогащение руде (типе руды) по месячным данным за 3 года;
- рассчитать среднее квадратическое отклонение содержания N-ого ценного компонента в поступающей на обогащение руде (типе руды) по часовым (суточным, месячным) данным;
- рассчитать значение коэффициента вариации содержания N-ого ценного компонента в поступающей на обогащение руде (типе руды) по часовым (суточным, месячным) данным;
- выполнить предварительный анализ непостоянства содержания ценного компонента в поступающей на обогащение руде.
- построить поле корреляции: «извлечение ценного компонента в концентрат - содержание ценного компонента в руде» по часовым данным за 3 месяца (по суточным данным за год, по месячным данным за 3 года);
- построить поле корреляции: «содержание ценного компонента в концентрате - содержание ценного компонента в руде» по часовым данным за 3 месяца (по суточным данным за год, по месячным данным за 3 года);
- выбрать вид уравнения связи для зависимости «извлечение ценного компонента в концентрат - содержание ценного компонента в руде» по часовым данным за 3 месяца (по суточным данным за год, по месячным данным за 3 года);
- выбрать вид уравнения связи для зависимости «содержание ценного компонента в концентрате - содержание ценного компонента в руде» по часовым данным за 3 месяца (по суточным данным за год, по месячным данным за 3 года);
- рассчитать значение корреляционного отношения и оценить тесноту связи «извлечение ценного компонента в концентрат - содержание ценного компонента в руде» по часовым данным за 3 месяца (по суточным данным за год, по месячным данным за 3 года);

- рассчитать значение корреляционного отношения и оценить тесноту связи «содержание ценного компонента в концентрате - содержание ценного компонента в руде» по часовым данным за 3 месяца (по суточным данным за год, по месячным данным за 3 года).

Результатом успешного выполнения практического задания считается умение магистранта производить сбор, статистическую обработку и оценку исходной информации, производить статистические расчёты и выполнять оценку тесноту связи между технологическими показателями обогащения, а также делать предварительный анализ для обоснования необходимости совершенствования системы управления качеством рудного сырья.

Практическая работа №.2

Тема: Оценка обогатимости сырья в стадиях рудоподготовки.

Тип практического задания – расчетная работа.

Устные вопросы по теме практического задания:

- что понимается под обогатимостью руды?
- с какой целью производят фракционирование руды по признаку разделения?
- как связана энергия квантов характеристического рентгеновского излучения элемента с его порядковым номером?
- что такое фракция?
- какова последовательность шагов при фракционировании пробы руды?
- как связаны между собой кривые контрастности и кривые обогатимости руды?
- каковы границы применения рентгенофлуоресцентной сепарации?
- каковы особенности оценки обогатимости многокомпонентных руд?

Практическое задание (на основе исходных данных об обследуемом предприятии или заданных преподавателем – выполняются 2 последних пункта из нижеперечисленных):

- отобрать пробу руды после одной из стадий дробления в крупности не менее 100 мм;
- рассеять руду на классы: +50 мм, -50+25 мм, -25+0 мм и взвесить их;
- от класса +50 мм или -50+25 мм отобрать, используя приёмы представительного сокращения, пробу, включающую не менее 100 кусков, и пробу класса -25+0 мм;
- взвесить каждый из 100 кусков;
- измерить значение признака разделения каждого куска;
- виртуально расположить куски в порядке возрастания признака разделения и отобрать из них каждый 10-ый;
- каждый кусок отдельно и пробу класса -25+0 мм довести до крупности 0,071 мм, выполнить анализ на содержание ценного компонента;
- построить градуировочный график для определения содержаний ценного компонента в отдельных кусках по значению признака разделения в них;
- по графику определить содержания ценного компонента в каждом куске;
- выполнить фракционирование и расчёт кривых обогатимости;
- по заданному допустимому значению содержания ценного компонента в хвостах по кривым обогатимости определить выходы концентрата и хвостов и содержания компонентов во всех продуктах.

Результатом успешного выполнения практического задания считается умение магистранта выполнить расчёт и построение кривых обогатимости руды, определить потенциальные показатели предварительного обогащения руды выбранным методом.

Практическая работа № 3

Тема: Выбор и расчёт схемы рудосортировочного комплекса.

Тип практического задания – расчетная работа.

Устные вопросы по теме практического задания:

- как влияет гранулометрический состав руды на технологическую эффективность предварительного обогащения?
- из каких соображений выбирается крупность несортируемого класса?
- как минимизировать выход несортируемого класса?
- с какой целью руду предварительно разделяют на машинные классы?
- от каких факторов зависят границы сортируемых машинных классов?
- как учитывается к.п.д. грохота при расчёте технологической схемы?

Практическое задание (на основе исходных данных об обследуемом предприятии):

- построить гранулометрическую характеристику исходной поступающей на фабрику руды;
- построить гранулометрическую характеристику руды после крупного дробления для режима, обеспечивающего размер максимального куска 350 мм;
- рассчитать выходы и производительности по продуктам грохочения на машинные и несортируемые классы;
- рассчитать выходы и производительности, а также содержания ценных компонентов по продуктам сепарации (принять необходимые показатели по кривым обогатимости);
- составить технологический баланс по конечным продуктам рудосортировочного комплекса (РСК);
- для заданной годовой производительности рассчитать и построить качественно-количественную схему РСК.

Результатом успешного выполнения практического задания считается умение магистранта производить расчёт схем предварительного обогащения.

Практическая работа № 4

Тема: Выбор оборудования для рудосортировочного комплекса. Компонировочные решения.

Тип практического задания – расчетная работа.

Устные вопросы по теме практического задания:

- какие факторы учитывают при расчёте дробилок?
- какие факторы учитывают при расчёте грохотов?
- какие факторы учитывают при расчёте сепараторов?
- как могут быть использованы хвосты РСК предварительного обогащения?
- какое вспомогательное оборудование показывают на схеме цепи аппаратов?
- по какому показателю выбирают грузоподъёмное оборудование РСК?
- каковы особенности компоновки отделения сепарации при большом числе аппаратов?

Практическое задание (на основе исходных данных об обследуемом предприятии):

- выбрать тип и рассчитать необходимое число дробилок;
- выбрать тип и рассчитать необходимое число грохотов;
- выбрать тип и рассчитать необходимое число сепараторов;
- выбрать необходимое транспортное оборудование;
- выбрать необходимое грузоподъёмное оборудование;
- составить схему цепи аппаратов;
- предложить компоновочное решение.

Результатом успешного выполнения практического задания считается умение магистранта выбирать необходимое оборудование, составлять схему цепи аппаратов, разрабатывать компоновочные решения РСК.

Итоговая комплексная самостоятельная работа

Задание на итоговую комплексную самостоятельную работу:

Тема: «Управление качеством рудного сырья».

Краткая инструкция по выполнению итоговой комплексной самостоятельной работы:

Магистрант принимает реальные условия N-ой обогатительной фабрики, на основе исходных данных об обследуемом предприятии самостоятельно выполняет задание во внеучебное время, преподаватель проводит консультации по установленному графику в дистанционном режиме.

В итоговой комплексной самостоятельной работе магистрант должен:

- выявить связи технологических показателей обогащения с параметрами системы управления качеством рудного сырья;
- организовать и провести исследования обогатимости руды в стадиях рудоподготовки;
- рассчитать схему предварительного обогащения руды и баланс по конечным продуктам;
- выбрать оборудование для рудосортировочного комплекса;
- составить схему цепи аппаратов рудосортировочного комплекса;
- составить схему цепи аппаратов;
- предложить компоновочное решение;
- оценить влияние усреднения и/или предварительного обогащения на технологические показатели работы фабрики.

Удовлетворительным результатом выполнения задания считается правильность анализа исследуемых связей, выполненных расчётов, предложенных схем и компоновочных решений.

Практические работы по теме модуля: «Опробование минерального сырья»

Практическое задание № 1.

Тема: Расчет минимальных масс проб

Тип практического задания – расчетная работа.

Устные вопросы по теме

- Что такое относительная погрешность?
- В чем смысл расчета доверительных интервалов?
- Запишите формулы косвенного взвешивания
- Что такое минимальная масса пробы?
- Как в расчете учитывается вкрапленность?
- Почему начальная масса пробы может отличаться от минимальной?

Практическое задание 1.

Найти массу ценного компонента K и случайную погрешность этой массы ΔK для представленных в таблице условий:

№	Опробуемая масса	Измеренные величины			Погрешности опробования		
		Влажная масса M	Влажность W	Массовая доля α	массы	влажности	массовой доли
1	Железный концентрат	1500 т	8 %	68 %	$P_M = 0,5$ %	$P_W = 5$ %	$P_\alpha = 2$ %
2	Медная руда	600 т	4 %	0,7 %	$S_M = 3$ т	$S_W = 0,05$ %	$S_\alpha = 0,02$ %

3	Хвосты золотообогатительной фабрики	2 млн. т	17 %	0,2 г/т	$S_M = 60000$ т	$\Delta W_2 = 0,6$ %	$P_\alpha = 30$ %
4	Щебень асбофабрики	300 т	2 %	0,3 %	$P_M = 1$ %	$\Delta W_2 = 0,2$ %	$S_\alpha = 0,02$ %

Ответ записать в числах в форме:

$$K_{\text{ист}} = K_{\text{изм}} \pm \Delta K.$$

Методические указания к практическому заданию № 1.

Массу любого компонента в продуктах обогащения находят только расчетом:

$$K = M_{\text{сух}} \cdot \alpha = M(1 - W) \cdot \alpha.$$

Здесь K – масса компонента;

$M_{\text{сух}}$ – сухая масса продукта;

M – влажная масса продукта;

α – массовая доля компонента в руде, хвостах или концентрате;

W – влажность продукта.

Особое внимание следует уделять размерностям M , α , W с тем, чтобы правильно записать размерность ответа.

В формуле для K массу можно записывать в любой размерности: килограммы, тонны, граммы.

В скобке $(1 - W)$ влажность следует подставлять в долях единицы.

Массовую долю α следует подставлять в долях единицы. Можно подставлять в г/т, но тогда масса M должна быть представлена в тоннах, а ответ будет в граммах.

Относительную случайную погрешность массы компонента P_K рассчитывают по формуле:

$$P_K^2 = P_M^2 + \left(\frac{W}{1 - W} \right)^2 \cdot P_W^2 + P_\alpha^2.$$

Здесь P_M , P_W и P_α – относительные погрешности измерения величин M , W и α . Их размерность – проценты. Тогда и P_K будет выражено в процентах.

Влажность следует подставлять в долях единицы. Погрешности могут быть представлены не только в относительном виде. Могут быть такие варианты:

а) S_M , S_W , S_α – среднеквадратичные погрешности.

Связь между относительными и среднеквадратичными погрешностями:

$$P_M = \frac{t \cdot S_M}{M} \cdot 100, \%;$$

$$P_W = \frac{t \cdot S_W}{W} \cdot 100, \%;$$

$$P_\alpha = \frac{t \cdot S_\alpha}{\alpha} \cdot 100, \%.$$

Здесь t – коэффициент Стьюдента. Принимаем равным 2 (точное значение 1,96).

б) Расхождения между двумя параллельными измерениями. Обычно приводится для влажности – ΔW_2 .

Связь S_W с ΔW_2 :

$$S_W = \frac{\Delta W_2}{1,13}.$$

Пределы случайной погрешности рассчитанной массы компонента определяются по формуле:

$$\Delta K = \pm t \cdot S_K = \pm \frac{P_K \cdot K}{100}.$$

Размерность ΔK совпадает с размерностью K .

Итоговая запись

$$K_{\text{ист}} = K_{\text{расч}} \pm \Delta K$$

означает, что истинное значение массы ценного компонента $K_{\text{ист}}$ будет отличаться от расчетного $K_{\text{расч}}$ на величину случайной погрешности, находящейся в пределах $\pm \Delta K$.

Пример 1 Отвал представлен массивом $M_\alpha = 300000$ т с влажностью $W_\alpha = 8\%$ и массовой долей меди $\alpha = 0,5\%$. Относительные погрешности измерения $P_{M_\alpha} = 10\%$; $P_{W_\alpha} = 15\%$ и $P_\alpha = 7\%$.

Определить K и доверительные интервалы этой величины.

Решение:

Масса компонента:

$$K = M_\alpha(1 - W_\alpha) \cdot \alpha = 300000 \text{ т} \cdot (1 - 0,08) \cdot 0,005 = 1380 \text{ т}.$$

Относительная случайная погрешность:

$$\begin{aligned} P_K^2 &= P_{M_\alpha}^2 + \left(\frac{W_\alpha}{1 - W_\alpha} \right)^2 \cdot P_{W_\alpha}^2 + P_\alpha^2 = \\ &= 10^2 + \left(\frac{0,08}{1 - 0,08} \right)^2 \cdot 15^2 + 7^2 = 100 + 1,7 + 49 = 150,7 \text{ (\%)}^2; \end{aligned}$$

$$P_K = 12,28\%;$$

$$P_K = \frac{\Delta K}{K} \cdot 100\%.$$

Доверительный интервал абсолютной погрешности:

$$\Delta K = \frac{P_K \cdot K}{100} = \frac{12,28\% \cdot 1380 \text{ т}}{100\%} = 169,41 \text{ т}.$$

Истинное значение массы компонента:

$$K_{\text{ист}} = K \pm \Delta K = (1380 \pm 169,41) \text{ т}.$$

Пример 2 Найти K , P_K , ΔK и $K_{\text{ист}}$, если измерено $M = 60$ т; $W = 0,1$ д. е, $\alpha = 16\%$. Относительные погрешности $P_M = 1\%$; $\Delta W_2 = 0,7\%$ (допустимое расхождение двух определений) и $S_\alpha = 0,5\%$.

Решение:

$$K = M(1 - W) \cdot \alpha = 60 \text{ т} \cdot (1 - 0,1) \cdot 0,16 = 8,64 \text{ т};$$

$$S_W = \frac{\Delta W_2}{1,13} = \frac{0,7\%}{1,13} = 0,62\%;$$

$$P_W = \frac{t \cdot S_W}{W} \cdot 100 = \frac{2 \cdot 0,62\%}{10\%} \cdot 100\% = 12,4\%;$$

$$P_{\alpha} = \frac{t \cdot S_{\alpha}}{\alpha} \cdot 100 = \frac{2 \cdot 0,5 \%}{16 \%} \cdot 100 \% = 6,25 \%;$$

$$P_K^2 = P_M^2 + \left(\frac{W}{1-W} \right)^2 \cdot P_W^2 + P_{\alpha}^2 =$$

$$= 1^2 + \left(\frac{0,1}{1-0,1} \right)^2 \cdot 12,4^2 + 6,25^2 = 41,96 (\%)^2;$$

$$P_K = 6,48 \%;$$

$$\Delta K = \frac{P_K \cdot K}{100} = \frac{6,48 \cdot 8,64}{100} = 0,56 \text{ т};$$

$$K_{\text{ист}} = K \pm \Delta K = (8,64 \pm 0,56) \text{ т}.$$

Практическое задание 2.

2.1 Найти массу M и случайную погрешность определения массы склада руды.

Дано: объем $V = 1500 \text{ м}^3$;

насыпная плотность $\rho_{\text{нас}} = 2000 \text{ кг/м}^3$;

погрешности $P_V = 4 \%$, $P_{\rho_{\text{нас}}} = 8 \%$;

Ответ записать в виде $M_{\text{ист}} = M \pm \Delta M$.

2.2 Найти массу M и случайную погрешность массы концентрата в вагоне с размерами

$l = 15 \text{ м}$; $b = 3 \text{ м}$; $h = 2,5 \text{ м}$.

Насыпная плотность 1600 кг/м^3 .

Погрешность определения линейных размеров $\pm 10 \text{ см}$.

Погрешность определения насыпной плотности $S_{\rho_{\text{нас}}} = 140 \text{ кг/м}^3$.

Ответ записать в виде $M \pm \Delta M$.

2.3 Найти массу концентрата в сгустифтеле (условно) цилиндрической формы диаметром 50 м , высота пульпы 5 м , плотность пульпы 1100 кг/м^3 , плотность твердого 5100 кг/м^3 . Найти погрешность определения сухой массы, если $P_V = 4 \%$; $P_{\delta} = 2 \%$ и $P_{\rho_{\text{ТВ}}} = 7 \%$.

Ответ записать в виде $M_{\text{сух ист}} = M_{\text{сух}} \pm \Delta M_{\text{сух}}$.

2.4 Построить зависимость плотности цинкового продукта ρ от массовой доли α цинка в нем в диапазоне $0 \div \beta_m$.

Дано: $\rho_{\text{п}} = 2700 \text{ кг/м}^3$; $\rho_{\text{м}} = 4100 \text{ кг/м}^3$; $\beta_m = 67,1 \%$.

Методические указания к практическому задания 2

При косвенном взвешивании влажная масса сыпучего продукта определяется по формуле:

$$M = V \cdot \rho_{\text{нас}}.$$

Здесь V – объем продукта;

$\rho_{\text{нас}}$ – насыпная плотность.

Относительная случайная погрешность расчета массы:

$$P_M^2 = P_V^2 + P_{\rho_{\text{нас}}}^2.$$

Если объем определяют по формуле какой-либо геометрической фигуры и известны погрешности измерения размеров, то следует записать формулу для P_V .

Для параллелепипеда:

$$V = l \cdot b \cdot h,$$

тогда

$$P_V^2 = P_l^2 + P_b^2 + P_h^2.$$

Для других формул V необходимо вывести формулу для P_V .
Масса сухого продукта в пульпе определяется по формуле:

$$M_{\text{сух}} = V(\delta - 1000) \cdot \frac{\rho_{\text{ТВ}}}{\rho_{\text{ТВ}} - 1000}.$$

Здесь V – объем продукта;

δ – плотность пульпы;

$\rho_{\text{ТВ}}$ – плотность твердого.

В формуле плотность воды записана в единицах СИ – 1000 кг/м³. Соответственно такие же размерности должны иметь δ и $\rho_{\text{ТВ}}$. Размерность V в этом случае может быть только м³. Если сухая масса находится для какого-либо потока пульпы, то размерность V может быть м³/с или м³/ч, тогда $M_{\text{сух}}$ будет иметь размерность кг/с или кг/ч.

Относительная погрешность $M_{\text{сух}}$ для пульп определяется по формуле:

$$P_{M_{\text{сух}}}^2 = P_V^2 + \left(\frac{\delta}{\delta - 1000} \right)^2 \cdot P_{\delta}^2 + \left(\frac{1000}{\rho_{\text{ТВ}} - 1000} \right)^2 \cdot P_{\rho_{\text{ТВ}}}^2.$$

Плотность твердого в пульпах меняется с изменением состава продуктов. Если условно принять, что пульпа состоит из частиц пустой породы, имеющих плотность $\rho_{\text{П}}$, и частиц ценного минерала, имеющих плотность $\rho_{\text{М}}$, то плотность твердого $\rho_{\text{ТВ}}$ в пульпе можно рассчитать, зная массовую долю компонента в продукте α и в минерале $\beta_{\text{М}}$ по формуле:

$$\rho_{\text{ТВ}} = \frac{\rho_{\text{П}} \cdot \rho_{\text{М}} \cdot \beta_{\text{М}}}{\alpha \cdot \rho_{\text{П}} + (\beta_{\text{М}} - \alpha) \cdot \rho_{\text{М}}}.$$

Здесь $\rho_{\text{П}}$ и $\rho_{\text{М}}$ – плотность породы и минерала;

α и $\beta_{\text{М}}$ – массовая доля компонента в руде и в минерале.

Пример 1. Найти массу M и случайную погрешность определения массы склада руды.

Дано: объем $V = 800$ м³;

насыпная плотность $\rho_{\text{нас}} = 1400$ кг/м³;

погрешности $P_V = 3$ %, $P_{\rho_{\text{нас}}} = 5$ %;

Ответ записать в виде $M_{\text{ист}} = M \pm \Delta M$.

Решение:

$$M = V \cdot \rho_{\text{нас}} = 800 \text{ м}^3 \cdot 1400 \text{ кг/м}^3 = 1120000 \text{ кг};$$

$$M = 1120 \text{ т};$$

$$P_M^2 = P_V^2 + P_{\rho_{\text{нас}}}^2 = 3^2 \%^2 + 5^2 \%^2 = 34 \%^2;$$

$$P_M = 5,83 \%;$$

$$P_M = \frac{\Delta M}{M} \cdot 100 \%;$$

$$P_M = \frac{t \cdot S_M}{M} \cdot 100 \%;$$

$$\Delta M = \frac{P_M \cdot M}{100} = \frac{5,83 \% \cdot 1120 \text{ т}}{100 \%} = 65,3 \text{ т}.$$

Ответ: $M_{\text{ист}} = (1120 \pm 65,3) \text{ т}$.

Пример 2. Найти массу M и случайную погрешность массы концентрата в вагоне с размерами $l = 20$ м; $b = 2$ м; $h = 3$ м.

Насыпная плотность 2000 кг/м³.

Погрешность определения линейных размеров ± 5 см.

Погрешность определения насыпной плотности $S_{\rho_{\text{нас}}} = 80 \text{ кг/м}^3$.

Ответ записать в виде $M \pm \Delta M$.

Решение:

$$V = l \cdot b \cdot h = 20 \text{ м} \cdot 2 \text{ м} \cdot 3 \text{ м} = 120 \text{ м}^3;$$

$$M = V \cdot \rho_{\text{нас}} = 120 \text{ м}^3 \cdot 2000 \text{ кг/м}^3 = 240000 \text{ кг} = 240 \text{ т};$$

$$P_l = \frac{\Delta l}{l} \cdot 100 \% = \frac{5 \text{ см}}{2000 \text{ см}} \cdot 100 \% = 0,25 \% ;$$

$$P_b = \frac{\Delta b}{b} \cdot 100 \% = \frac{5 \text{ см}}{200 \text{ см}} \cdot 100 \% = 2,5 \% ;$$

$$P_h = \frac{\Delta h}{h} \cdot 100 \% = \frac{5 \text{ см}}{300 \text{ см}} \cdot 100 \% = 1,7 \% ;$$

$$P_V^2 = P_l^2 + P_b^2 + P_h^2 = 0,25^2 + 2,5^2 + 1,7^2 = 0,0625 + 6,25 + 2,89 = 9,2 \% ^2 ;$$

$$P_{\rho_{\text{нас}}} = \frac{2 \cdot 80}{2000} \cdot 100 = 8 \% ;$$

$$P_M^2 = P_V^2 + P_{\rho_{\text{нас}}}^2 = 9,2 + 8^2 = 73,2 \% ^2 ;$$

$$P_M = 8,5 \% ;$$

$$\Delta M = \frac{P_M \cdot M}{100} = \frac{8,5 \% \cdot 240 \text{ т}}{100 \%} = 20,5 \text{ т}.$$

Ответ: $M = (240 \pm 20,5) \text{ т}$.

Пример 3. Найти массу концентрата в сгустителе цилиндрической (условно) формы диаметром 25 м, высота пульпы 4 м, плотность пульпы 1260 кг/м^3 , плотность твердого 3500 кг/м^3 .

Найти погрешность определения сухой массы, если $P_V = 2 \% ; P_{\delta} = 3 \%$ и

$$P_{\rho_{\text{ТВ}}} = 5 \% .$$

Ответ записать в виде $M_{\text{сух ист}} = M_{\text{сух}} \pm \Delta M_{\text{сух}}$.

Решение:

$$V_{\text{сг}} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot h = \frac{\pi \cdot 25^2 \text{ м}^2}{4} \cdot 4 \text{ м} = 1962,5 \text{ м}^3 ;$$

$$M_{\text{сух}} = V \cdot (\delta - 1000) \cdot \frac{\rho_{\text{ТВ}}}{\rho_{\text{ТВ}} - 1000} =$$
$$= 1962,5 \text{ м}^3 \cdot (1260 - 1000) \cdot \frac{3500}{3500 - 1000} = 714350 \text{ кг} = 714,35 \text{ т};$$

$$P_{M_{\text{сух}}}^2 = P_V^2 + \left(\frac{\delta}{\delta - 1000}\right)^2 \cdot P_{\delta}^2 + \left(\frac{1000}{\rho_{\text{ТВ}} - 1000}\right)^2 \cdot P_{\rho_{\text{ТВ}}}^2 =$$

$$= 2^2 + \left(\frac{1260}{1260 - 1000}\right)^2 \cdot 3^2 + \left(\frac{1000}{3500 - 1000}\right)^2 \cdot 5^2 = 4 + 211,4 + 4 = 219,4 \%^2;$$

$$P_{M_{\text{сух}}} = 14,8 \%$$

$$\Delta M_{\text{сух}} = \frac{P_{M_{\text{сух}}} \cdot M_{\text{сух}}}{100} = \frac{14,8 \% \cdot 714,35 \text{ Т}}{100 \%} = 105,8 \text{ Т.}$$

Ответ: $M_{\text{сух ист}} = (714,35 \pm 105,8) \text{ Т.}$

Пример 4. Построить зависимость плотности медного продукта ρ от массовой доли α меди в нем в диапазоне $0 \div \beta_M$.

Дано: $\rho_{\text{П}} = 2600 \text{ кг/м}^3$; $\rho_{\text{М}} = 4900 \text{ кг/м}^3$; $\beta_M = 34,6 \%$.

Решение:

$$\rho = \frac{\rho_{\text{П}} \cdot \rho_{\text{М}} \cdot \beta_M}{\alpha \cdot \rho_{\text{П}} + (\beta_M - \alpha) \cdot \rho_{\text{М}}};$$

$$\alpha = 0 \quad \rho = \frac{\rho_{\text{П}} \cdot \rho_{\text{М}} \cdot \beta_M}{0 \cdot \rho_{\text{П}} + (\beta_M - 0) \cdot \rho_{\text{М}}} = \rho_{\text{П}} = 3000 \text{ кг/м}^3;$$

$$\alpha = 10 \% \quad \rho = \frac{3000 \cdot 4900 \cdot 34,6}{10 \cdot 3000 + (34,6 - 10) \cdot 4900} = 3379 \text{ кг/м}^3;$$

$$\alpha = 20 \% \quad \rho = \frac{3000 \cdot 4900 \cdot 34,6}{20 \cdot 3000 + (34,6 - 20) \cdot 4900} = 3867 \text{ кг/м}^3;$$

$$\alpha = 30 \% \quad \rho = \frac{3000 \cdot 4900 \cdot 34,6}{30 \cdot 3000 + (34,6 - 30) \cdot 4900} = 4519 \text{ кг/м}^3;$$

$$\alpha = 34,6 \% \quad \rho = 4900 \text{ кг/м}^3.$$

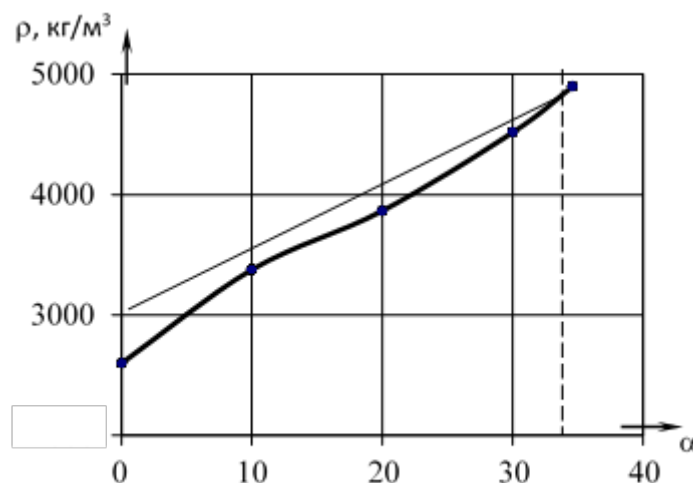


Рис. Зависимость плотности медного продукта

от массовой доли меди в нем

Практическое задание 3.

Найти минимальную массу пробы, отобранной от тщательно перемешанной руды.

Руда раскрыта, т.е. сrostки отсутствуют.

№	Название продукта	Крупность d_{\max} , мм	Плотность, кг/м ³		Массовая доля		Допустимая погрешность, $P_{\text{доп}}$, %
			$\rho_{\text{п}}$	$\rho_{\text{м}}$	α	$\beta_{\text{м}}$	
1	Золотоносный песок	2	2650	18000	4 г/т	100 %	8 %
2	Алмазная россыпь	14	2900	3500	0,12 кар/т	100 %	10 %
3	Цинковые хвосты	0,3	3200	4000	0,9 %	67,1 %	2 %
4	Железный концентрат	0,05	3000	5000	67 %	72,6 %	0,5 %
5	Медный концентрат	0,1	2700	4000	25 %	34,6 %	0,75 %
6	Молибденовые хвосты	0,2	2900	4800	0,0006 %	59,9 %	12 %
7	Золотой концентрат	0,15	2700	18000	180 г/т	100 %	5 %
8	Хвосты асбофабрики	0,5	2800	2800	0,6 %	100 %	3 %
9	Платиновая россыпь	1	3500	19000	0,17 г/т	100 %	15 %
10	Уголь	200	2100	1400	80 %	92 %	7 %

Методические указания выполнения практического задания 3.

Минимальная масса пробы от тщательно перемешанной руды, не содержащей сrostков, определяется по формуле:

$$q = 2f \cdot \frac{S_{\text{к}}^2}{S_{\text{доп}}^2} \cdot \rho(\bar{d})^3.$$

Здесь f – коэффициент формы, принимаем 0,5;

$S_{\text{к}}^2$ – покусковая дисперсия, находим по формулам задания № 3;

$S_{\text{доп}}$ – допустимая среднеквадратичная погрешность отбора пробы, находим из формулы относительной погрешности:

$$S_{\text{доп}} = \frac{P_{\text{доп}} \cdot \alpha}{t \cdot 100};$$

ρ – плотность материала пробы (для бедных продуктов принимаем $\rho \cong \rho_{\text{п}}$, для очень богатых $\rho \cong \rho_{\text{м}}$, для других – рассчитываем по формуле (в задании № 2));

\bar{d} – средний размер кусков пробы:

$$\bar{d} \approx d_{\max} / 2.$$

Пример 1. Найти минимальную массу пробы хвостов обогащения железной руды.

Дано: $\alpha = 2 \%$; $\beta_{\text{м}} = 72,6 \%$; $\rho_{\text{п}} = 3000 \text{ кг/м}^3$; $\rho_{\text{м}} = 5000 \text{ кг/м}^3$;

$d_{\max} = 0,2 \text{ мм}$; $P_{\text{доп}} = 3 \%$; $f = 0,5$; $t = 2$.

Решение:

Продукт бедный. Принимаем $\rho = \rho_{\text{п}}$.

$$S_{\text{доп}} = \frac{P_{\text{доп}} \cdot \alpha}{t \cdot 100} = \frac{3 \% \cdot 2 \%}{2 \cdot 100 \%} = 0,03 \%;$$

$$S_{\text{к}}^2 = \frac{\rho_{\text{м}}}{\rho_{\text{п}}} \cdot \alpha (\beta_{\text{м}} - \alpha) = \frac{5000}{3000} \cdot 2 \cdot (72,6 - 2) = 235,3 \%^2;$$

$$\bar{d} = \frac{d_{\text{max}}}{2} = \frac{0,2 \text{ мм}}{2} = 0,1 \text{ мм}.$$

Находим минимальную массу:

$$\begin{aligned} q &= 2f \cdot \frac{S_{\text{к}}^2}{S_{\text{доп}}^2} \cdot \rho \cdot \bar{d}^3 = \\ &= 2 \cdot 0,5 \cdot \frac{235,3 \%^2}{0,03^2 \%^2} \cdot 3000 \text{ кг/м}^3 \cdot (0,1 \cdot 10^{-3})^3 \text{ м}^3 = 0,0007 \text{ кг} = 0,7 \text{ г}. \end{aligned}$$

Пример 2. Найти минимальную массу пробы для железного концентрата.

Дано: $d_{\text{max}} = 0,05 \text{ мм}$; $\rho_{\text{п}} = 3000 \text{ кг/м}^3$; $\rho_{\text{м}} = 5000 \text{ кг/м}^3$;

$\alpha = 67 \%$; $\beta_{\text{м}} = 72,6 \%$; $P_{\text{доп}} = 3 \%$.

Решение:

Богатый продукт.

$$\begin{aligned} S_{\text{к}}^2 &= \frac{\rho_{\text{м}}}{\rho_{\text{п}}} \cdot \alpha \cdot (\beta_{\text{м}} - \alpha) \cdot \left(1 - \frac{\alpha}{\beta_{\text{м}}} + \frac{\alpha \cdot \rho_{\text{п}}}{\beta_{\text{м}} \cdot \rho_{\text{м}}}\right)^2 = \\ &= \frac{5000}{3000} \cdot 67 \% \cdot (72,6 - 67)\% \cdot \left(1 - \frac{67}{72,6} + \frac{67 \cdot 3000}{72,6 \cdot 5000}\right)^2 = 248,7 \%^2; \end{aligned}$$

$$\rho = \frac{3000 \cdot 5000 \cdot 72,6}{67 \cdot 3000 + (72,6 - 67) \cdot 5000} = 4755 \text{ кг/м}^3;$$

$$\bar{d} = \frac{0,05 \text{ мм}}{2} = 0,025 \text{ мм};$$

$$S_{\text{доп}} = \frac{0,5 \% \cdot 67 \%}{2 \cdot 100 \%} = 0,1675 \%;$$

$$\begin{aligned} q &= 2 \cdot 0,5 \cdot \frac{248,7 \%^2}{0,1675^2 \%^2} \cdot 4755 \text{ кг/м}^3 \cdot (0,025 \cdot 10^{-3})^3 \text{ м}^3 = \\ &= 8864,3 \cdot 4755 \cdot 15,6 \cdot 10^{-15} = 0,657 \cdot 10^{-6} \text{ кг} = 0,657 \text{ мг}. \end{aligned}$$

Это очень мелкий и богатый продукт.

Пример 3. Найти минимальную массу пробы для россыпных алмазов.

Дано: $\alpha = 3 \text{ г/т}$; $\beta_{\text{м}} = 100 \%$; $\rho_{\text{м}} = 3500 \text{ кг/м}^3$;

$\rho_{\text{п}} = 3000 \text{ кг/м}^3$; $d_{\text{max}} = 14 \text{ мм}$; $P_{\text{доп}} = 10 \%$.

Решение:

Продукт бедный ($\rho = \rho_{\text{п}}$).

$$S_{\text{доп}} = \frac{P_{\text{доп}} \cdot \alpha}{t \cdot 100} = \frac{10 \% \cdot 3 \text{ г/т}}{2 \cdot 100 \%} = 0,15 \text{ г/т.}$$

Покусковая дисперсия для очень бедного продукта:

$$S_{\text{к}}^2 = \frac{\rho_{\text{м}}}{\rho_{\text{п}}} \cdot \alpha \cdot \beta_{\text{м}} = \frac{3500}{3000} \cdot 3 \cdot 10^6 = 3,5 \cdot 10^6 (\text{г/т})^2;$$

$$\bar{d} = \frac{d_{\text{max}}}{2} = \frac{14 \text{ мм}}{2} = 7 \text{ мм};$$

$$q = 2f \cdot \frac{S_{\text{к}}^2}{S_{\text{доп}}^2} \cdot \rho \cdot \bar{d}^3 = 2 \cdot 0,5 \cdot \frac{3,5 \cdot 10^6 (\text{г/т})^2}{0,15^2 (\text{г/т})^2} \cdot 3000 \text{ кг/м}^3 \cdot (7 \cdot 10^{-3})^3 \text{ м}^3 = 160078$$

$$\text{кг} =$$

$$= 160,1 \text{ т.}$$

Практическое задание 4.

Найти минимальные массы пробы тщательно перемешанного опробуемого массива, данные о которых представлены в таблице. Руда не раскрыта, т.е. имеются сростки.

№	Название продукта	Крупность d_{max} , мм	Плотность, кг/м ³		Массовая доля		Допустимая погрешность, $P_{\text{доп}}$, %	Крупность зерен минерала, d_3 , мм	Вкрапленность
			$\rho_{\text{п}}$	$\rho_{\text{м}}$	α	$\beta_{\text{м}}$			
1	Железная руда	40	3200	5100	15 %	72,6 %	4	3	Слоистая
2	Медная руда	35	3000	4900	2,6 %	34,6 %	0,25	0,5	Неравномерная
3	Золотая руда	10	2600	18000	2 г/т	100 %	3	1,0	Редкая равномерная
4	Асбестовая руда	35	2800	2800	3 %	100 %	6	4,2	Слоистая
5	Сильвинит	12	2100	2000	32 %	98 %	3	5	Слоистая
6	Платиновая руда	50	3000	19000	0,3 г/т	100 %	10	0,4	Редкая равномерная
7	Кварцевая руда	100	3000	2650	6	100 %	5	2,5	Слоистая
8	Алмазная руда	60	3200	3500	2 кар/т	100 %	20	5	Редкая равномерная
9	Слюдяная руда	200	2800	3100	7	100 %	7	10	Слоистая

10	Шлак с включениями железа	150	4000	7000	4	100 %	12	60	Неравномерная
----	---------------------------	-----	------	------	---	-------	----	----	---------------

Методические указания выполнения практического задания 4.

Минимальная масса пробы от тщательно перемешанного массива, содержащая сростки:

$$q = 2f \cdot \frac{S_{\text{к}}^2}{S_{\text{доп}}^2} \cdot \rho (\bar{d}_3)^{3-b} \cdot (\bar{d})^b.$$

Здесь \bar{d}_3 – средний размер зерен минерала:

$$\bar{d}_3 = d_{3 \text{ max}} / 2.$$

b – числовая характеристика вкрапленности минерала ($b = 0$ для редкой равномерной вкрапленности; $b = 1$ для жильной; $b = 2$ для слоистой и $b = 1,5$ для неравномерной вкрапленности).

Остальные величины такие же, как в задании № 4.

Пример 1. Найти минимальную массу пробы для определения массовой доли асбеста в щебне.

Дано: $d_{\text{max}} = 40$ мм; $\alpha = 0,6$ %; $\beta_{\text{м}} = 100$ %; $\rho_{\text{м}} = \rho_{\text{п}} = 2600$ кг/м³;
 $P_{\text{доп}} = 7$ %; $d_{3 \text{ max}} = 2$ мм.

Решение:

Находим

$$\bar{d} = \frac{40 \text{ мм}}{2} = 20 \text{ мм};$$

$$\bar{d}_3 = \frac{2 \text{ мм}}{2} = 1 \text{ мм};$$

$$S_{\text{доп}} = \frac{P_{\text{доп}} \cdot \alpha}{t \cdot 100} = \frac{7 \% \cdot 0,6 \%}{2 \cdot 100 \%} = 0,021 \%.$$

Покусковая дисперсия для бедного продукта:

$$S_{\text{к}}^2 = \frac{\rho_{\text{м}}}{\rho_{\text{п}}} \cdot \alpha (\beta_{\text{м}} - \alpha) = \frac{2600}{2600} \cdot 0,6 \% \cdot (100 - 0,6)\% = 60 \% ^2.$$

Асбест слоистый – $b = 2$:

$$q = 2f \cdot \frac{S_{\text{к}}^2}{S_{\text{доп}}^2} \cdot \rho \cdot (\bar{d})^b (\bar{d}_3)^{3-b} =$$

$$= 2 \cdot 0,5 \cdot \frac{60 \% ^2}{0,021^2 \% ^2} \cdot 2600 \text{ кг/м}^3 \cdot (20 \cdot 10^{-3})^2 (1 \cdot 10^{-3})^{3-2} \text{ м}^3 = 141,4 \text{ кг}.$$

Пример 2. Найти минимальную массу пробы медной руды.

Дано: $d_{\text{max}} = 15$ мм; $\rho_{\text{п}} = 3000$ кг/м³; $\rho_{\text{м}} = 4900$ кг/м³;
 $\alpha = 2,6$ %; $\beta_{\text{м}} = 34,6$ %; $P_{\text{доп}} = 5$ %; $d_{3 \text{ max}} = 0,5$ мм.

Решение:

$$S_k^2 = \frac{4900}{3000} \cdot 2,6 \% \cdot (34,6 - 2,6) \% = 135,9 \%^2;$$

$$S_{\text{доп}} = \frac{5 \% \cdot 2,6 \%}{2 \cdot 100 \%} = 0,065 \%;$$

$$\bar{d}_3 = \frac{0,5 \text{ мм}}{2} = 0,25 \text{ мм};$$

$$\bar{d} = \frac{15 \text{ мм}}{2} = 7,5 \text{ мм};$$

$$q = 2 \cdot 0,5 \cdot \frac{135,9 \%^2}{0,065^2 \%^2} \cdot 3000 \text{ кг/м}^3 \cdot (0,25 \cdot 10^{-3})^{3-1,5} \cdot (7,5 \cdot 10^{-3})^{1,5} =$$

$$= 32165,7 \cdot 3000 \cdot (3,95 \cdot 10^{-6}) \cdot (0,65 \cdot 10^{-3}) = 0,25 \text{ кг.}$$

Пример 3. Найти минимальную массу пробы золотой руды.

Дано: $d_{\text{max}} = 25 \text{ мм}$; $\rho_{\text{п}} = 2600 \text{ кг/м}^3$; $\rho_{\text{м}} = 18000 \text{ кг/м}^3$;
 $\alpha = 2 \text{ г/т}$; $\beta_{\text{м}} = 100 \%$; $P_{\text{доп}} = 9 \%$; $d_{3 \text{ max}} = 1,0 \text{ мм}$.

Решение:

$$S_k^2 = \frac{18000}{2600} \cdot 2 \text{ г/т} \cdot 10^6 \text{ г/т} = 13,8 \cdot 10^6 (\text{г/т})^2;$$

$$S_{\text{доп}} = \frac{9 \% \cdot 2 \text{ г/т}}{2 \cdot 100 \%} = 0,09 \text{ г/т};$$

$$\bar{d}_3 = \frac{1 \text{ мм}}{2} = 0,5 \text{ мм};$$

$$\bar{d} = \frac{25 \text{ мм}}{2} = 12,5 \text{ мм};$$

$$q = 2 \cdot 0,5 \cdot \frac{13,8 \cdot 10^6 (\text{г/т})^2}{0,09^2 (\text{г/т})^2} \cdot 2600 \text{ кг/м}^3 \cdot (0,5 \cdot 10^{-3})^3 \cdot (12,5 \cdot 10^{-3})^0 =$$

$$= 1,7 \cdot 10^9 \cdot 2,6 \cdot 10^3 \cdot 125 \cdot 10^{-12} \cdot 1 = 552,5 \cdot 10^{-3} \text{ кг};$$

$$q = 0,55 \text{ кг.}$$

Результатом успешного выполнения практического задания считается правильное решение задач без существенных ошибок в формулах, расчетах и размерностях.

Практическая работа № 2.

Тема: Расчет точек опробования

Тип практического задания – расчетная работа

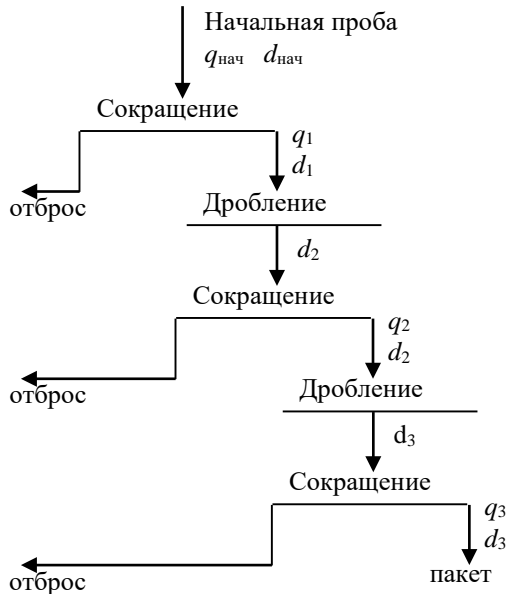
Устные вопросы по теме

- В чем состоит расчет точек опробования?
- Что характеризует покусковая дисперсия?
- Как выбирается допустимая погрешность?

- Как составляется схема подготовки проб?
- Как принимается погрешность анализа?

Практическое задание 1.

Рассчитать относительную погрешность подготовки пробы двух типов руд по изображенной схеме.



Известные данные	Асбестовая руда	Железная руда
$d_{нач\ max}$, мм	130	40
q_1 , кг	500	40
$d_2\ max$, мм	45	6
q_2 , кг	100	3
$d_3\ max$, мм	12	1,5
q_3 , кг	15	0,4
Вкрапленность	слоистая	неравномерная
$d_3\ max$, мм	11	3
ρ_m , кг/м ³	2600	5000
ρ_n , кг/м ³	2600	3000
α , %	4	18
β_m , %	100	72,3
Q , т/ч	1500	200
N_T	8	12

Необходимо найти массу точечной пробы, отбираемую ковшовым пробоотбирателем. Параметры пробоотбирателя принимаете самостоятельно.

Предложите действия, позволяющие снизить погрешность подготовки пробы примерно в 2 раза.

Методические указания выполнения практического задания 1.

Относительная случайная погрешность подготовки пробы определяется по формуле:

$$P_{\text{под}} = \frac{2S_{\text{под}}}{\alpha} \cdot 100, \%$$

$$S_{\text{под}}^2 = K \cdot \sum_{j=1}^k 2f \cdot S_{K_j}^2 \cdot \rho(\bar{d}_j)^3 \cdot \left(\frac{1}{q_{j\ \text{кон}}} - \frac{1}{q_{j\ \text{нач}}} \right).$$

Здесь K – коэффициент качества перемешивания пробы, $K = 1,3$;

k – число операций сокращения пробы;

$q_{j\ \text{нач}}$ и $q_{j\ \text{кон}}$ – начальная и конечная масса пробы для j -ой операции сокращения;

\bar{d}_j – средняя крупность материала на j -ой операции сокращения;

ρ – плотность материала пробы;

f – коэффициент формы;

$S_{K_j}^2$ – покусковая дисперсия для материала j -ой операции сокращения.

S_K^2 для раскрытого материала (когда $d < d_3$) находится по формулам задания № 3.

Для случая $d > d_3$ покусковая дисперсия находится по формуле:

$$S_k^2(\bar{d} > \bar{d}_3) = S_k^2(0) \cdot \left(\frac{\bar{d}_3}{\bar{d}}\right)^{3-b} = S_k^2(0) \cdot \left(\frac{d_{3 \max}}{d_{\max}}\right)^{3-b}.$$

Для решения задачи следует найти массу точечной пробы q_T , отбираемой ковшовым пробоотбирателем:

$$q_T = \frac{Q \cdot b}{\vartheta}.$$

Здесь Q – производительность конвейера;

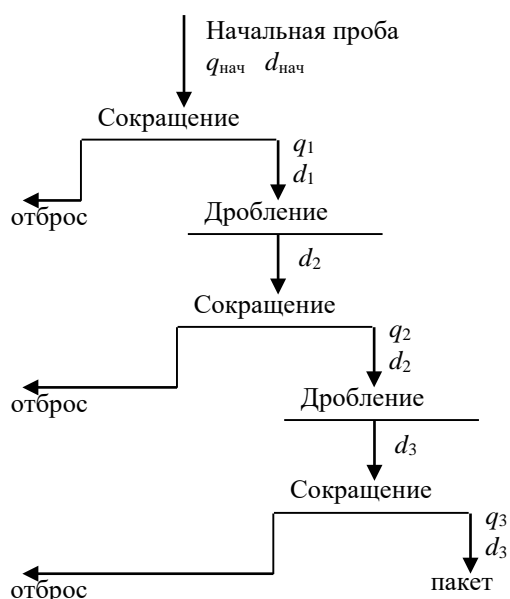
b – ширина щели ковша;

ϑ – скорость ковша.

Затем следует на схеме поставить указанные в задании массы и крупности.

При расчетах следует следить за размерностями.

Пример 1. Рассчитать относительную погрешность подготовки пробы руды по изображенной схеме.



Известные данные	Медная руда
$d_{\text{нач max}}$, ММ	20
q_1 , КГ	7
$d_{2 \text{ max}}$, ММ	5
q_2 , КГ	0,9
$d_{3 \text{ max}}$, ММ	1
q_3 , КГ	0,2
вкрапленность	неравномерная
$d_{3 \text{ max}}$, ММ	2
ρ_M , КГ/М ³	4100
ρ_P , КГ/М ³	2800
α , %	0,8
β_M , %	34,6
Q , Т/ч	90
N_T	48

Необходимо найти массу точечной пробы, отбираемую ковшовым пробоотбирателем. Параметры пробоотбирателя принимаете самостоятельно.

Предложите действия, позволяющие снизить погрешность подготовки пробы примерно в 2 раза.

Решение:

Принимаем к расчету ковшовый пробоотбиратель с шириной щели ковша $b = 60$ мм и скоростью пересечения потока $\vartheta = 0,5$ м/с. Тогда масса точечной пробы:

$$q_T = \frac{Q \cdot b}{\vartheta} = \frac{\left(\frac{90 \cdot 10^3}{3600}\right) \text{ КГ/с} \cdot (60 \cdot 10^{-3}) \text{ М}}{0,5 \text{ М/с}} = 3 \text{ КГ}.$$

Начальная масса пробы:

$$q_{\text{нач}} = q_T \cdot N_T = 3 \text{ КГ} \cdot 48 = 144 \text{ КГ}.$$

$$S_{\text{под}}^2 = K \cdot \sum_{j=1}^k \left[2f \cdot S_{\text{к}j}^2 \cdot \rho \cdot (\bar{d}_j)^3 \cdot \left(\frac{1}{q_{j \text{ кон}}} - \frac{1}{q_{j \text{ нач}}} \right) \right].$$

Покусковая дисперсия. В скобках – крупность кусков.

$$S_{\text{к}}^2(0) = \frac{\rho_{\text{м}}}{\rho_{\text{п}}} \cdot \alpha \cdot (\beta_{\text{м}} - \alpha) = \frac{4100}{2800} \cdot 0,8 \cdot (34,6 - 0,8) = 39,6 \%^2;$$

$$S_{\text{к}}^2(20) = S_{\text{к}}^2(0) \cdot \left(\frac{d_3}{d} \right)^{3-b} = 39,6 \cdot \left(\frac{2}{20} \right)^{3-1,5} = 1,25 \%^2;$$

$$S_{\text{к}}^2(5) = 39,6 \cdot \left(\frac{2}{5} \right)^{3-1,5} = 10,0 \%^2;$$

$$S_{\text{к}}^2(1) = 39,6 \%^2;$$

$$S_{\text{под}}^2 = 1,3 \cdot \left[2 \cdot 0,5 \cdot 1,25 \cdot 2800 \cdot (10 \cdot 10^{-3})^3 \cdot \left(\frac{1}{7} - \frac{1}{144} \right) + \right. \\ \left. + 2 \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot 2800 \cdot (2,5 \cdot 10^{-3})^3 \cdot \left(\frac{1}{0,9} - \frac{1}{7} \right) + \right. \\ \left. + 2 \cdot 0,5 \cdot 39,6 \cdot 2800 \cdot (0,5 \cdot 10^{-3})^3 \cdot \left(\frac{1}{0,2} - \frac{1}{0,9} \right) \right] = \\ = 1,3 \cdot [476 \cdot 10^{-6} + 423,5 \cdot 10^{-6} + 53,9 \cdot 10^{-6}] = 1239,42 \cdot 10^{-6} \%^2;$$

$$S_{\text{под}} = 35,2 \cdot 10^{-3} \%;$$

$$P_{\text{под}} = \frac{2 \cdot S_{\text{под}}}{\alpha} = \frac{2 \cdot 35,2 \cdot 10^{-3} \%}{0,8 \%} \cdot 100 \% = 8,8 \%.$$

Для снижения погрешности примерно в 2 раза нужно, чтобы $S_{\text{под}}^2$ снизилось в 4 раза, т. е. $\frac{1239,42 \cdot 10^{-6} \%^2}{4} = 309,85 \cdot 10^{-6} \%^2$. Это возможно, если пробу 144 кг продробить сразу до 5 мм и сокращать ее не до 0,9 кг, а до 3 кг.

Практическое задание 2.

Определить относительную погрешность отбора навески для представленных данных.

	Тип руды	Массовая доля		Плотности		Масса		$d_{\text{нав макс}}$, мм
		α	$\beta_{\text{м}}$	$\rho_{\text{п}}$	$\rho_{\text{м}}$	$q_{\text{пакета}}$	$q_{\text{навески}}$	
а	Медная	0,8 %	34,6 %	3000	4200	100 г	1 г	0,1
б	Цинковая	56 %	67,1 %	3000	4100	50 г	1 г	0,1
в	Железная	3 %	72,3 %	3000	5200	250 г	1 г	0,05
г	Золотая	0,5 г/т	100 %	2600	18000	5 кг	0,1 кг	0,08
д	Алмазная	1,5 кар/т	100 %	2600	3500	100 кг	1 кг	4
е	Уголь	10 %	80 %	2000	1400	0,5 кг	1 г	0,2

ж	Магнезит	30 %	100 %	2900	3100	3 кг	100 г	3
з	Асбест	2,5 %	100 %	2700	2700	150 кг	20 кг	6
и	Золото	7 г/т	100 %	3000	18000	300 кг	500 г	2
к	Кварц	0,01 г/т	100 %	2650	4000	5 кг	100 г	0,2

Методические указания выполнения практического задания 2.

Относительная случайная погрешность отбора навески для анализа P_α :

$$P_\alpha = \frac{2S_{\text{нав}}}{\alpha} \cdot 100, \%;$$

$$S_{\text{нав}}^2 = 2f \cdot S_{\text{кнав}}^2 \cdot \rho(\bar{d}_{\text{нав}})^3 \cdot \left(\frac{1}{q_{\text{нав}}} - \frac{1}{q_{\text{пак}}} \right).$$

Здесь $q_{\text{пак}}$ – масса пробы в пакете;

$q_{\text{нав}}$ – масса навески.

Остальные величины определяются по формулам, используемым в работах № 3, 4, 5. Материал пакета и навески считаем раскрытым.

Отбор навески должен сопровождаться небольшими относительными погрешностями (первые проценты). Если погрешность велика, следует либо снижать крупность, либо увеличивать массу навески.

Пример 1. Найти погрешность отбора аналитической навески для анализа медных хвостов.

Дано: $\alpha = 0,1 \%$; $\beta_M = 34,6 \%$; $\rho_M = 4200 \text{ кг/м}^3$; $\rho_{\Pi} = 3000 \text{ кг/м}^3$;
 $q_{\text{пак}} = 50 \text{ г}$; $q_{\text{нав}} = 1 \text{ г}$; $d_{\text{max}} = 0,1 \text{ мм}$.

Решение:

$$S_{\text{нав}}^2 = 2f \cdot \rho \cdot \bar{d}_{\text{нав}}^3 \cdot S_{\text{кнав}}^2 \cdot \left(\frac{1}{q_{\text{нав}}} - \frac{1}{q_{\text{пак}}} \right);$$

$$\bar{d}_{\text{нав}} = \frac{d_{\text{max}}}{2} = \frac{0,1}{2} = 0,05 \text{ мм};$$

$$S_{\text{кнав}}^2 = \frac{\rho_M}{\rho_{\Pi}} \cdot \alpha \cdot \beta_M = \frac{4200}{3000} \cdot 0,1 \% \cdot 34,6 \% = 4,844 \%^2;$$

$$S_{\text{нав}}^2 = 2 \cdot 0,5 \cdot 3000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot (0,05 \cdot 10^{-3})^3 \text{ м}^3 \cdot 4,844 \%^2 \cdot \left(\frac{1}{0,001} - \frac{1}{0,05} \right) \frac{1}{\text{кг}} =$$

$$= 3 \cdot 10^3 \cdot 125 \cdot 10^{-15} \cdot 4,844 \cdot (1000 - 20) = 1,78 \cdot 10^{-6} \%^2;$$

$$S_{\text{нав}} = 1,33 \cdot 10^{-3} \%.$$

Относительная погрешность отбора навески:

$$P_{\text{нав}} = \frac{t \cdot S_{\text{нав}}}{\alpha} \cdot 100 = \frac{2 \cdot 1,33 \cdot 10^{-3} \%}{0,1 \%} \cdot 100 \% = 2,66 \%.$$

Пример 2. Найти погрешность отбора навески для анализа золотой руды.

Дано: $\alpha = 2,5 \text{ г/т}$; $\beta_M = 10^6 \text{ г/т}$; $\rho_M = 18000 \text{ кг/м}^3$; $\rho_{\Pi} = 3000 \text{ кг/м}^3$;
 $q_{\text{пак}} = 500 \text{ г}$; $q_{\text{нав}} = 12 \text{ г}$; $d_{\text{max}} = 0,1 \text{ мм}$.

Решение:

$$S_{\text{наВ}}^2 = 2f \cdot S_{\text{кнаВ}}^2 \cdot \rho \cdot \bar{d}^3 \cdot \left(\frac{1}{q_{\text{наВ}}} - \frac{1}{q_{\text{пак}}} \right);$$

$$\bar{d}_{\text{наВ}} = \frac{0,1}{2} = 0,05 \text{ мм};$$

$$S_{\text{кнаВ}}^2 = \frac{\rho_{\text{м}}}{\rho_{\text{п}}} \cdot \alpha \cdot \beta_{\text{м}} = \frac{18000}{3000} \cdot 2,5 \cdot 10^6 = 15 \cdot 10^6 \text{ (г/т)}^2;$$

$$S_{\text{наВ}}^2 = 2 \cdot 0,5 \cdot 15 \cdot 10^6 \left(\frac{\text{г}}{\text{т}} \right)^2 \cdot 3000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot (0,05 \cdot 10^{-3})^3 \text{ м}^3 \cdot \left(\frac{1}{0,012} - \frac{1}{0,5} \right) \frac{1}{\text{кг}} =$$

$$= 0,4573 \text{ (г/т)}^2;$$

$$S_{\text{наВ}} = 0,676 \text{ г/т};$$

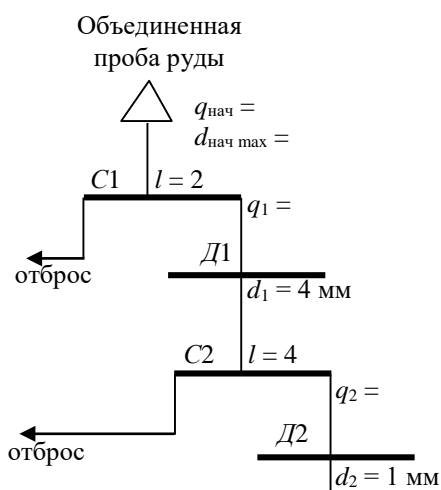
$$P_{\text{наВ}} = \frac{t \cdot S_{\text{наВ}}}{\alpha} \cdot 100 \% = \frac{2 \cdot 0,676 \text{ г/т}}{2,5 \text{ г/т}} \cdot 100 \% = 54,1 \%$$

Такая погрешность для отбора навески недопустима. Следует предложить изменение либо массы, либо крупности навески.

Практическое задание 3.

Найти относительную погрешность результата опробования для трех точек фабрики: руды, концентрата и хвостов.

Известные данные	Руда	Концентрат	Хвосты
Q , т/ч	80	0,8	79,2
α , г/т	3,5	130	0,6
$S_{\text{т}}$, г/т	0,3	58	0,1
$P_{\text{от доп}}$, %	6	4	10
$\beta_{\text{м}}$, %	100	100	100
$d_{3 \text{ мах}}$, мм	0,8	0,7	0,8
$d_{\text{нач мах}}$, мм	15	1	1,5
$\rho_{\text{м}}$, кг/м ³	18000	18000	18000
$\rho_{\text{п}}$, кг/м ³	2650	2650	2650
Вкрапления	неравномерная	-	-
$q_{\text{наВ}}$, г	50	50	100
$n_{\text{наВ}}$	3	2	5
$n_{\text{м}}$	2	1	1
$P_{\text{м}}$, %	2,5	0,7	3,6
пробоотбиратели ковшовые ширина щели $b \geq 10$ мм			



44

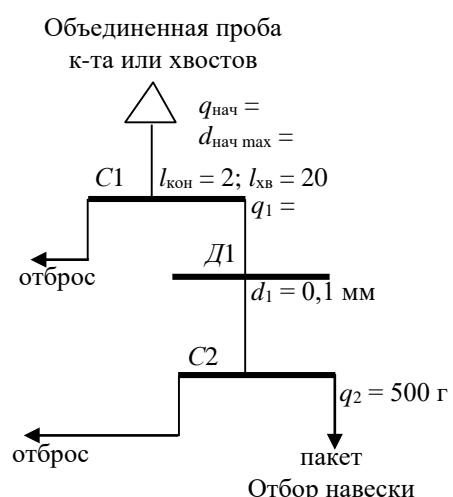


Рис. Расчетные схемы:
l – степень сокращения; *C* – сокращение; *Д* – изменение крупности

Методические указания выполнения практического задания 3.

Относительная случайная погрешность результата опробования определяется по формулам:

$$P_{\text{рез}} = \frac{2S_{\text{рез}}}{\alpha} \cdot 100, \%;$$

$$S_{\text{рез}}^2 = S_{\text{от}}^2 + S_{\text{под}}^2 + S_{\text{ан}}^2;$$

$$S_{\text{от}}^2 = \frac{S_{\text{T}}^2}{N_{\text{T}}};$$

$$S_{\text{под}}^2 = K \cdot \sum_{j=1}^k 2f \cdot S_{\text{к}j}^2 \cdot \rho(\bar{d}_j)^3 \cdot \left(\frac{1}{q_{j \text{ кон}}} - \frac{1}{q_{j \text{ нач}}} \right);$$

$$S_{\text{ан}}^2 = \frac{1}{n_{\text{нав}}} \left(S_{\text{нав}}^2 + \frac{1}{n_{\text{изм}}} \cdot S_{\text{м}}^2 \right).$$

Здесь S_{T}^2 – дисперсия точечных проб;

N_{T} – число точечных проб;

$n_{\text{нав}}$ – число анализируемых навесок;

$n_{\text{изм}}$ – число измерений на каждой навеске;

$S_{\text{м}}$ – среднеквадратическая погрешность метода анализа (аппаратуры).

Остальные величины описаны в заданиях № 3, 4, 5, 6, 7.

Для решения задачи следует найти массу точечной пробы и расставить на схеме массы и крупности. Необходимо следить за размерностями величин.

По результатам расчета указать операции, параметры которых следует изменять, чтобы снизить погрешность опробования.

Пример. Найти относительную погрешность результата опробования для трех точек фабрики: руды, концентрата и хвостов. Контрольный период – смена (8 часов).

Известные данные	Руда	Концентрат	Хвосты
Q , т/ч	300	13	287
α , %	1,8	20	0,2
S_T , %	0,11	0,7	0,04
$P_{от доп}$, %	2	0,5	3
β_M , %	34,6	34,6	34,6
$d_{3 max}$, мм	1,5	1,5	1,5
$d_{нач max}$, мм	20	0,3	1,0
ρ_M , кг/м ³	4100	4100	4100
$\rho_{п}$, кг/м ³	3000	3000	3000
Вкрапления	неравномерная	-	-
$n_{нав}$	2	2	3
n_M	1	2	1
P_M , %	1,5	1,0	3,0
пробоотбиратели ковшовые ширина щели $b \geq 10$ мм			

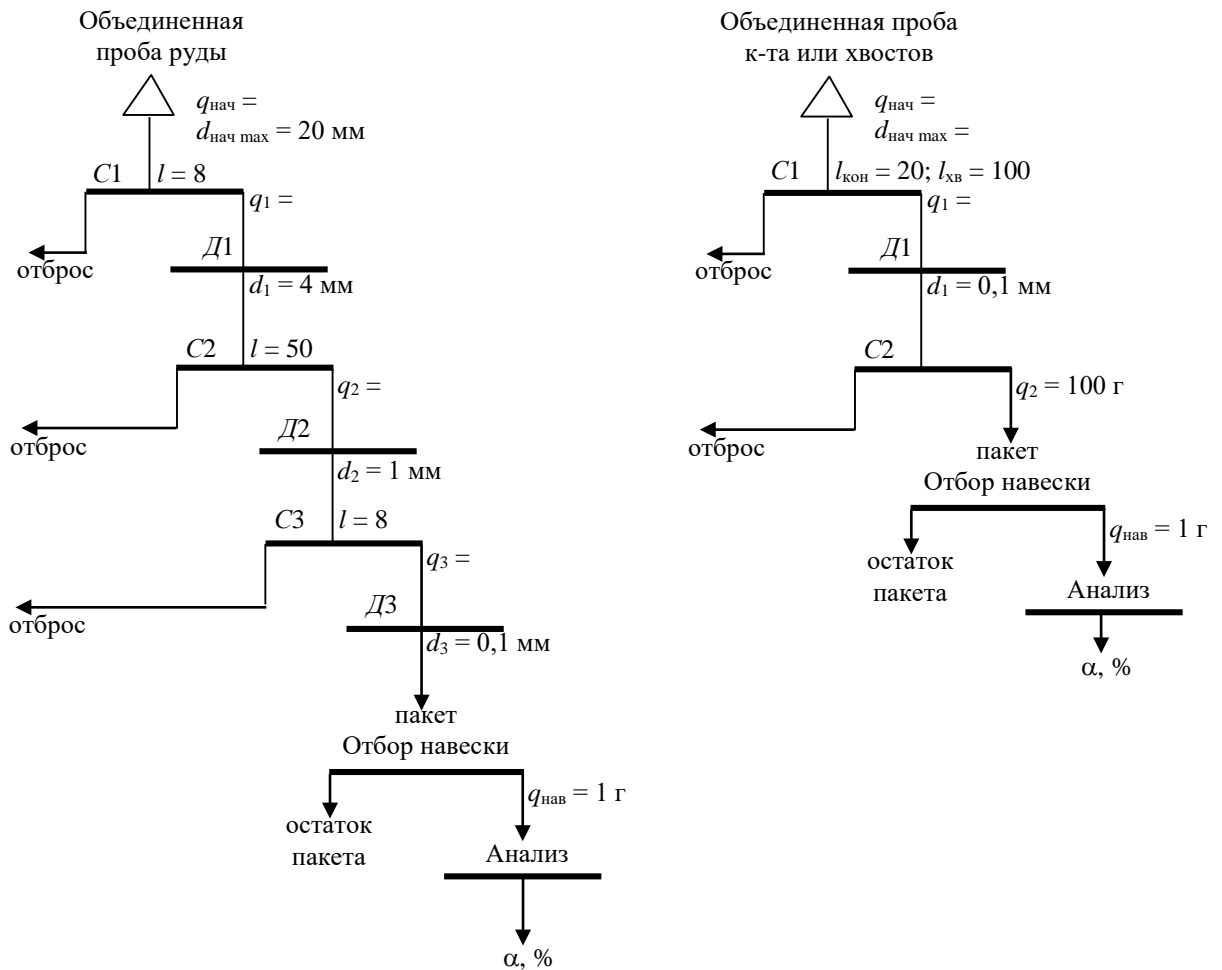


Рис. Расчетные схемы:

l – степень сокращения; C – сокращение; D – изменение крупности

Решение:

Для точки опробования руды

Находим допустимую среднеквадратичную погрешность отбора проб:

$$S_{от\ доп} = \frac{P_{от\ доп} \cdot \alpha}{2 \cdot 100} = \frac{2 \cdot 1,8}{2 \cdot 100} = 0,018 \%$$

Находим число точечных проб за смену:

$$N_T = \frac{S_T^2}{S_{от\ доп}^2} = \frac{0,11^2}{0,018^2} = 37,3.$$

Округляем N_T до 40.

Находим массу точечной пробы, приняв ширину щели ковша $b \geq 3d_{max} = 60\ \text{мм}$ и скорость ковша $0,5\ \text{м/с}$:

$$q_T = \frac{Q \cdot b}{g} = \frac{\left(300 \cdot \frac{1000}{3600}\right) \text{ кг/с} \cdot \left(60 \cdot 10^{-3}\right) \text{ м}}{0,5 \text{ м/с}} = 10 \text{ кг}.$$

Находим начальную массу пробы:

$$q_{нач} = q_T \cdot N_T = 10 \cdot 40 = 400 \text{ кг}.$$

Находим случайную фактическую погрешность отбора:

$$S_{от}^2 = \frac{S_T^2}{N_T} = \frac{0,11^2}{40} = 0,0003 \text{ \%}^2.$$

Для расчета погрешности подготовки проб найдем покусковые дисперсии для сростков по формуле:

$$S_K^2(d) = S_K^2 \cdot \left(\frac{d_{3 \max}}{d_{\max}} \right)^b;$$

$$S_K^2 = \frac{\rho_M}{\rho_H} \cdot \alpha \cdot (\beta_M - \alpha) = \frac{4100}{3000} \cdot 1,8 \cdot (34,6 - 1,8) = 80,7 \text{ \%}^2.$$

Для $d_{\max} = 20$ мм и 4 мм:

$$S_K^2(20) = 80,7 \cdot \left(\frac{1,5}{20} \right)^{1,5} = 1,66 \text{ \%}^2;$$

$$S_K^2(4) = 80,7 \cdot \left(\frac{1,5}{4} \right)^{1,5} = 18,53 \text{ \%}^2;$$

$$S_K^2(0,1) = S_K^2 = 80,7 \text{ \%}^2, \text{ т.к. } 0,1 \text{ мм} < d_{3 \max}.$$

Находим $q_1 = 400 / 8 = 50$ кг; $q_2 = 50 / 50 = 1$ кг; $q_3 = 1 / 8 = 0,125$ кг.

Тогда погрешность подготовки:

$$\begin{aligned} S_{под}^2 &= 1,3 \cdot \left[2 \cdot 0,5 \cdot 1,66 \cdot 3000 \cdot (10 \cdot 10^{-3})^3 \cdot \left(\frac{1}{50} - \frac{1}{400} \right) + \right. \\ &\quad + 2 \cdot 0,5 \cdot 18,53 \cdot 3000 \cdot (2 \cdot 10^{-3})^3 \cdot \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{50} \right) + \\ &\quad \left. + 2 \cdot 0,5 \cdot 80,7 \cdot 3000 \cdot (0,5 \cdot 10^{-3})^3 \cdot \left(\frac{1}{0,125} - \frac{1}{1} \right) \right] = \\ &= 1,3 \cdot [87,15 \cdot 10^{-6} + 435,8 \cdot 10^{-6} + 211,8 \cdot 10^{-6}] = 955,2 \cdot 10^{-6} \text{ \%}^2. \end{aligned}$$

Погрешность метода анализа:

$$S_M = \frac{1,5 \cdot 1,8}{2 \cdot 100} = 0,0135 \text{ \%}.$$

Погрешность анализа:

$$S_{ан}^2 = \frac{1}{2} \cdot \left[2 \cdot 0,5 \cdot 80,7 \cdot 3000 \cdot (0,05 \cdot 10^{-3})^3 \cdot \left(\frac{1}{0,001} - \frac{1}{0,125} \right) + \frac{1}{1} \cdot 0,0135^2 \right] = 106,1 \text{ \%}^2.$$

Погрешность результата опробования:

$$S_{рез}^2 = 300 \cdot 10^{-6} + 955,2 \cdot 10^{-6} + 106,1 \cdot 10^{-6} = 1361,3 \cdot 10^{-6} \text{ \%}^2;$$

$$S_{рез} = 36,9 \cdot 10^{-3} \text{ \%}.$$

Относительная случайная погрешность результата опробования:

$$P_{рез} = \frac{2S_{рез}}{\alpha} \cdot 100 = \frac{2 \cdot 36,9 \cdot 10^{-3}}{1,8} \cdot 100 = 4,1 \text{ \%}.$$

Это приемлемая для руды погрешность результата опробования.

Если же желательно снизить $P_{рез}$, то нужно выполнить анализ слагаемых $S_{рез}^2$. Наибольшее слагаемое $955,2 \cdot 10^{-6}$ появилось в процессе подготовки пробы. Следовательно, следует воздействовать на технологию подготовки пробы.

Рассмотрим составляющие погрешности подготовки. Видим, что наибольший вклад в погрешность вносит вторая операция сокращения (в 50 раз!). Уменьшим степень сокращения в 5 раз, т. е. примем $l_2 = 10$. Тогда второе слагаемое в $S_{под}^2$ уменьшится в 5 раз.

Тогда

$$S_{под}^2 = 1,3 \cdot \left[87,15 \cdot 10^{-6} + \frac{435,8}{5} \cdot 10^{-6} + 211,8 \cdot 10^{-6} \right] = 501,9 \cdot 10^{-6} \%^2.$$

$$S_{рез}^2 = 300 \cdot 10^{-6} + 501,9 \cdot 10^{-6} + 106,1 \cdot 10^{-6} = 908 \cdot 10^{-6} \%^2;$$

$$P_{рез} = \frac{2 \cdot 30,1 \cdot 10^{-3}}{1,8} \cdot 100 = 3,35 \%.$$

Анализируя слагаемые погрешности, можно находить дополнительные решения по снижению погрешности результата опробования.

Для точки опробования хвостов

$$S_{от доп} = \frac{3 \cdot 0,2}{2 \cdot 100} = 0,003 \%;$$

$$N_T = \left(\frac{0,04}{0,003} \right)^2 = 177.$$

Принимаем 160 проб, т. е. отбор одной пробы каждые 3 мин.

$$q_T = \frac{\left(287 \cdot \frac{1000}{3600} \right) \cdot 10 \cdot 10^{-3}}{0,5} = 1,6 \text{ кг};$$

$$q_{нач} = 1,6 \cdot 160 = 256 \text{ кг}; \quad q_1 = 2,56 \text{ кг};$$

$$S_{от}^2 = \frac{0,04^2}{160} = 0,00001 \%^2;$$

$$S_K^2 = \frac{4100}{3000} \cdot 0,2 \cdot (34,6 - 0,2) = 9,46 \%^2;$$

$$S_{под}^2 = 1,3 \cdot \left[2 \cdot 0,5 \cdot 9,46 \cdot 3000 \cdot (0,5 \cdot 10^{-3})^3 \cdot \left(\frac{1}{2,56} - \frac{1}{256} \right) + \right.$$

$$\left. + 2 \cdot 0,5 \cdot 9,46 \cdot 3000 \cdot (0,05 \cdot 10^{-3})^3 \cdot \left(\frac{1}{0,1} - \frac{1}{2,56} \right) \right] =$$

$$= 1,3 \cdot [1,37 \cdot 10^{-6} + 0,034 \cdot 10^{-6}] = 1,82 \cdot 10^{-6} \%^2;$$

$$S_M = \frac{3 \cdot 0,2}{2 \cdot 100} = 0,003 \%;$$

$$S_{ан}^2 = \frac{1}{3} \cdot \left[2 \cdot 0,5 \cdot 9,46 \cdot 3000 \cdot (0,05 \cdot 10^{-3})^3 \cdot \left(\frac{1}{0,001} - \frac{1}{0,1} \right) + \frac{1}{1} \cdot (3 \cdot 10^{-3})^2 \right] =$$

$$= 4,17 \cdot 10^{-6} \%^2;$$

$$S_{рез}^2 = 10 \cdot 10^{-6} + 1,82 \cdot 10^{-6} + 4,17 \cdot 10^{-6} = 15,99 \cdot 10^{-6} \%^2;$$

$$S_{рез} = 4 \cdot 10^{-3} \%;$$

$$P_{рез} = \frac{2 \cdot 4 \cdot 10^{-3}}{0,2} \cdot 100 = 4 \%.$$

Анализируя составляющие $S_{рез}^2$, видим, что нужно снижать погрешность отбора пробы. Но это можно сделать, лишь увеличивая число точечных проб, а оно и так велико. Погрешность $P_{рез} = 4 \%$ для хвостов – это вполне приемлемая погрешность. Можно даже уменьшить число точечных проб, например, до 80.

Тогда

$$S_{от}^2 = \frac{0,04^2}{80} = 0,00002 \%^2;$$

$$q_{нач} = 1,6 \cdot 80 = 128 \text{ кг.}$$

Погрешности $S_{под}$ и $S_{ан}$ почти не изменяются, следовательно:

$$S_{рез}^2 = 20 \cdot 10^{-6} + 1,82 \cdot 10^{-6} + 4,17 \cdot 10^{-6} = 25,99 \cdot 10^{-6} \%^2; \quad S_{рез} = 5,1 \cdot 10^{-3} \%;$$

$$P_{рез} = \frac{2 \cdot 5,1 \cdot 10^{-3}}{0,2} \cdot 100 = 5,1 \%.$$

Это тоже весьма приемлемый для опробования хвостов результат: при анализе расчетов можно не только снизить, но и увеличить погрешность, выиграв в других параметрах опробования. В приведенном случае можно снизить число точечных проб вдвое, снизив вдвое при этом и начальную массу пробы.

Для точки опробования концентрата

$$S_{от} = \frac{0,5 \cdot 20}{2 \cdot 100} = 0,05 \%; \quad N_T = \left(\frac{0,7}{0,05} \right)^2 = 196.$$

Принимаем 120 проб.

$$q_T = \frac{\left(13 \cdot \frac{1000}{3600} \right) \cdot 10 \cdot 10^{-3}}{0,5} = 0,072 \text{ кг};$$

$$q_{нач} = 0,072 \cdot 120 = 8,64 \text{ кг};$$

$$q_1 = 8,64 / 20 = 0,432 \text{ кг};$$

$$S_{от}^2 = \frac{0,7^2}{120} = 0,00408 \%^2;$$

$$S_K^2 = \frac{4100}{3000} \cdot 20 \cdot (34,6 - 20) \cdot \left(1 - \frac{20}{34,6} + \frac{20 \cdot 3000}{34,6 \cdot 4100} \right)^2 = 284,9 \%^2;$$

$$\rho = \frac{3000 \cdot 4100 \cdot 34,6}{20 \cdot 3000 + (34,6 - 20) \cdot 4100} = 3550,6 \text{ кг/м}^3;$$

$$S_{\text{под}}^2 = 1,3 \cdot \left[2 \cdot 0,5 \cdot 284,9 \cdot 3550,6 \cdot (0,15 \cdot 10^{-3})^3 \cdot \left(\frac{1}{0,432} - \frac{1}{8,64} \right) + 2 \cdot 0,5 \cdot 284,9 \cdot 3550,6 \cdot (0,05 \cdot 10^{-3})^3 \cdot \left(\frac{1}{0,1} - \frac{1}{0,432} \right) \right] =$$

$$= 1,3 \cdot [7,51 \cdot 10^{-6} + 0,97 \cdot 10^{-6}] = 10,673 \cdot 10^{-6} \%^2;$$

$$S_M = \frac{1,0 \cdot 20}{2 \cdot 100} = 0,1 \%;$$

$$S_{\text{ан}}^2 = \frac{1}{2} \cdot \left[2 \cdot 0,5 \cdot 284,9 \cdot 3550,6 \cdot (0,05 \cdot 10^{-3})^3 \cdot \left(\frac{1}{0,001} - \frac{1}{0,1} \right) + \frac{1}{2} \cdot 0,1^2 \right] =$$

$$= 2562,5 \cdot 10^{-6} \%^2;$$

$$S_{\text{рез}}^2 = 4080 \cdot 10^{-6} + 10,673 \cdot 10^{-6} + 2562,5 \cdot 10^{-6} = 6710 \cdot 10^{-6} \%^2; S_{\text{рез}} = 81,9 \cdot 10^{-3} \%;$$

$$P_{\text{рез}} = \frac{2 \cdot 81,9 \cdot 10^{-3}}{20} \cdot 100 = 0,82 \%.$$

Погрешность опробования концентрата приемлема.

Результатом успешного выполнения практического задания считается правильное решение задач без существенных ошибок в формулах, расчетах и размерностях.

Практическая работа № 3.

Тема: Итерационный и матричный расчеты схем

Тип практического задания – расчетная работа

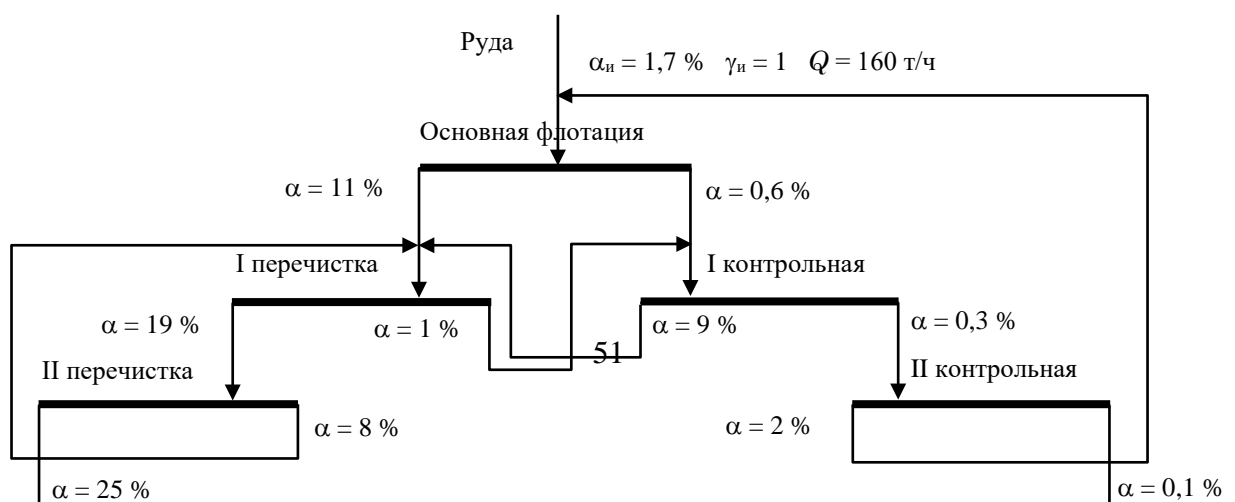
Устные вопросы по теме

- Суть итерационного метода расчета
- Суть матричного метода расчета
- Как использовать избыточную информацию?
- Как рассчитываются схемы классификации и обогащения одновременно?
- Какой метод практичнее?

Практическое задание 1

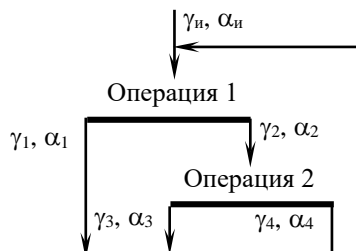
Рассчитать матричным методом схему обогащения и записать все результаты в соответствии с легендой:

Q	γ	α	ε
-----	----------	----------	---------------



Методические указания.

Порядок расчета (на примере схемы).



1. Обозначим на схеме все неизвестные продукты от γ_1 до γ_4 .
2. Составим квадратную таблицу с числом строк и колонок, равную числу неизвестных. Для каждой операции – две строки и два столбца.
3. В первой строчке каждой операции матрицы A запишем $+1$, если этот продукт есть в данной операции на входе в нее, и -1 , если этот продукт выходит из данной операции. Если продукт не связан с данной операцией, в первой строчке записываем 0 .
4. Во второй строчке каждой операции матрицы A вместо единиц записываем соответствующие продукту массовые доли, сохраняя знаки единиц.
5. Входные продукты в матрице B записываются со знаком «минус». В первой строчке матрицы B записываем со знаком «минус» известное значение для исходного продукта $\gamma_n - 1$, а во второй строчке – массовую долю компонента в этом продукте также со знаком минус. Для операций, в которые известные продукты не входят, в матрице B проставляются нули.

Следовательно, для рассматриваемой схемы решение должно выглядеть так:

		Матрица A				Матрица B	
		γ_1	γ_2	γ_3	γ_4	известные продукты	
Операция 1	1	-	-1	+1	0	1	-
	α_1	-	$-\alpha_2$	$+\alpha_3$	0	α_n	-
Операция 2	0	0	+1	-1	1	0	0
	0	0	$+\alpha_2$	$-\alpha_3$	α_4	0	0

Далее матрицы набираются в электронных таблицах Excel. Выполняется обращение матрицы A , получаем $|A|^{-1}$, умножаем ее на $|B|$:

$$|\gamma| = |A|^{-1} \times |B|.$$

В итоге будет получена матрица-столбец для выходов $|\gamma|$:

γ_1
γ_2
γ_3
γ_4

Естественно, по известным формулам может быть найдено извлечение в любой продукт.

Особенности решения при расчете схем

1. Каждую операцию следует рассчитывать по наиболее контрастно разделяемому в ней компоненту. Так, медную флотацию следует рассчитывать по массовой доле меди в продуктах обогащения, цинковую – цинка, классификацию – по массовой доле готового класса.

2. Все известные входные продукты заносят в матрицу $|B|$ в соответствующую операцию со знаком минус. При этом входные величины должны быть согласованы по размерностям и физической сущности с определяемыми выходами.

3. Операции дробления и измельчения не изменяют количество материала (твердого), но добавляют некоторое количество готового класса. Неизвестными для них являются выход измельченного продукта и интенсивность $J = \beta_{\text{гот}} \cdot \gamma_{\text{вх}}$ образования готового класса. Следовательно, при расчете операции дробления или измельчения в матрицу $|A|$ в первой строчке (уравнения) для J проставляется нуль, а во второй, так как мы не знаем относительное количество готового класса, ставим +1. Формально это $\Delta\beta_{\text{гот}} \cdot \gamma_{\text{вых}}$, но может быть найдено и как:

$$J = \frac{q \cdot V}{Q_{\text{вх}}}$$

Здесь $\Delta\beta_{\text{гот}}$ – дополнительная массовая доля готового класса в выходном продукте грохота или классификатора после прохождения его через мельницу;

q – удельная производительность мельницы;

V – ее объем;

$Q_{\text{вх}}$ – производительность.

4. Если продукт делится в известной пропорции, то в соответствующих продуктах вместо единиц записывают доли. Так как выхода в точке деления не могут быть найдены расчетом по балансовым уравнениям, то эти доли должны быть определены прямым измерением.

5. Если в операции три и более выхода, то для нее по указанным правилам записывают третью и более строчки по второму и большему числу компонентов.

Во всех случаях нулевой компонент – твердое, а по первому компоненту составляют второе уравнение (строчку).

Пример 10.1. Необходимо рассчитать схему из двух операций.

Дано: результаты опробования:

$\alpha_{\text{и}} = 2\%$; $\alpha_1 = 8\%$; $\alpha_2 = 0,1\%$; $\alpha_3 = 15\%$; $\alpha_4 = 3\%$, $\gamma_{\text{и}} = 1$ д. е.

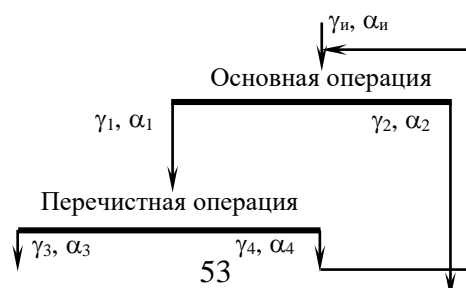
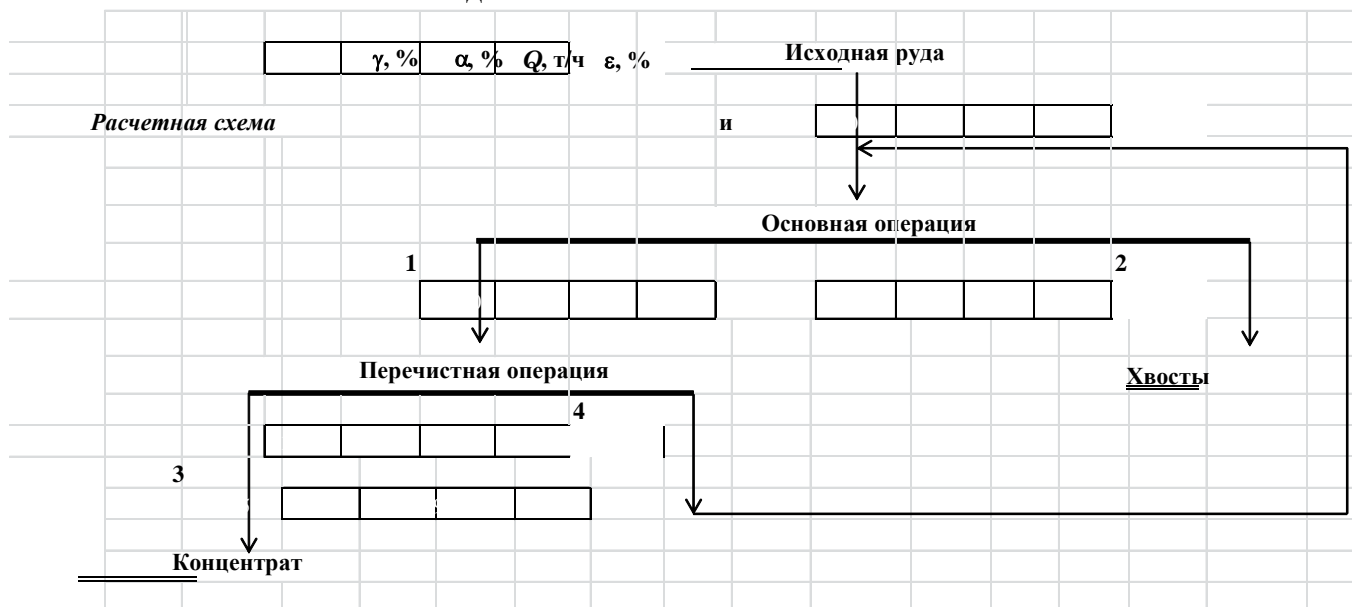


Рис. Расчетная схема

Решение:

Порядок действий в Excel.

1. Используя средства рисования Excel изобразить расчетную схему, пронумеровать неизвестные продукты. Ограничить ячейки, в которых будут показываться расчетные показатели. Для этого выделить нужные ячейки и нажать кнопку «Все границы». Составленная схема может выглядеть так:



2. Составить таблицу исходных данных для расчетной схемы. Например:

Дано

$Q =$	160
$\gamma_{и} =$	1
$\alpha_{и} =$	2
$\alpha_1 =$	8
$\alpha_2 =$	0,1
$\alpha_3 =$	15
$\alpha_4 =$	3

В соответствующие ячейки схемы вписать исходные данные, используя ссылку на ячейку. Для этого нужно встать курсором в ячейку на схеме, нажать = и указать курсором на соответствующую ячейку в таблице исходных данных, нажать Enter. Для того, чтобы значение выхода исходного продукта отображалось в процентах, нужно после знака = вписать 100* и указать на соответствующую ячейку.

3. Составить матрицы A и B, используя для записи продуктов таблицу исходных данных так же как описано в п. 2. Для продуктов со знаком минус необходимо после знака = ставить знак – (минус). В ячейках с нулевыми значениями необходимо ставить 0. Матрицы могут выглядеть так:

Матрица A

Матрица B

Продукт

	1	2	3	4	
Основная операция	–	–	0	1	–1
	1	1			
	–	–	0	3	–2
	8	0,1			
Перечистная операция	1	0	–	–	0
			1	1	
	–	–	–	–	
	8	0	15	3	0

4. Порядок определения выходов.

Выход продуктов можно рассчитывать как в процентах, так и в долях единиц. Для расчета в долях единиц нужно выделить зону $|\gamma|$, нажать =, вписать «Мумнож(Мобр(» выделить Матрицу А, закрыть скобку, поставить точку с запятой (;), выделить Матрицу В, удерживая Ctrl+Shift, нажать Enter. Для того, чтобы выход отображался в процентах перед «Мумнож» нужно вписать 100*. Остальные действия выполнить аналогично.

5. Порядок определения производительностей и извлечений.

Для расчета производительности в первую клетку справа от рассчитанного значения выхода нужно вписать формулу: $Q_i = (\gamma_i * Q) / 100$. При вводе формулы ссылка на ячейку со значением Q – постоянная. Чтобы сделать ссылку постоянной нужно после указания на нее нажать кнопку F4 (ссылка будет выглядеть как \$C\$5). Делать так – вписать =, затем указать на клетку γ , умножить, указать на клетку Q , сделать ссылку на Q постоянной, нажав F4, разделить на 100, Enter. Далее распространить формулу ниже, потянув за черную точку в правом нижнем уголке ячейки. Расчет остальных производительностей выполнится автоматически.

Расчет извлечения осуществляется аналогично по формуле $\varepsilon_i = (\gamma_i * \alpha_i) / \alpha_n$. При вводе формулы ссылка на ячейку со значением α_n – постоянная. Для расчета извлечения вписать =, затем указать на клетки « $\gamma_i * \alpha_i$ », разделить на α_n (с F4), Enter. Для расчета остальных извлечений растянуть формулу ниже. Ответ может выглядеть так:

Ответ

Продукт	γ , %	Q , т/ч	ε , %
1	30,60	49,0	122,42
2	87,25	139,6	4,36
3	12,75	20,4	95,64
4	17,85	28,6	26,78

6. Сделать ссылки из таблички с ответом в соответствующие ячейки на схеме. Полностью рассчитанная схема может выглядеть так:



Теперь расчет схемы можно производить любое количество раз, меняя только исходные данные. Выходы, производительности и извлечения будут считаться автоматически.

Результатом успешного выполнения практического задания считается правильное решение задач без существенных ошибок в формулах, расчетах и размерностях.

Практическая работа № 4.

Тема: Расчет и анализ товарного баланса

Тип практического задания – расчетная работа.

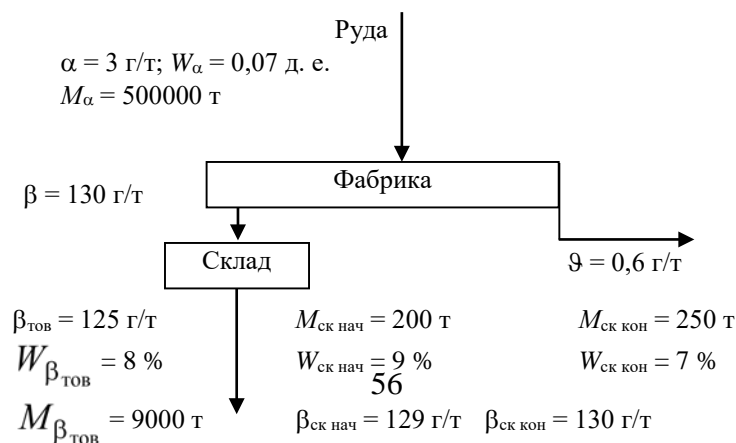
Устные вопросы по теме

- Как получают исходные данные?
- Как находить массу хвостов?
- Как рассчитывается невязка?
- Как рассчитывается допустимая невязка?
- Как корректируется товарный баланс?
- Как рассчитывают товарные извлечения?

Практическое задание 1.

Найти: $\Delta_{\text{к отн}}$, $\varepsilon_{\beta_{\text{тов}}}$, $\Delta_{\text{к отн доп}}$ и сделать выводы:

- по технологии;
- по опробованию.



$$\begin{aligned}
P_{\alpha} &= 6 \% ; & P_{M_{\alpha}} &= 1 \% ; & P_{W_{\alpha}} &= 9 \% ; \\
P_{\beta} &= 3 \% ; & P_{\gamma} &= 20 \% ; & P_{\beta_{\text{тов}}} &= 2 \% ; & P_{M_{\beta_{\text{тов}}}} &= 0,5 \% ; & P_{W_{\beta_{\text{тов}}}} &= 5 \% ; \\
P_{M_{\text{ск}}} &= 8 \% ; & P_{W_{\text{ск}}} &= 5 \% ; & P_{\beta_{\text{ск}}} &= 4 \%
\end{aligned}$$

(погрешности $P_{K_{\text{ск}}}$ и $r_{\text{ск}}$ рассчитываются для средних за месяц значений).

Методические указания выполнения практического задания 1

Формула невязки (конкретная для схемы только со складом концентрата):

$$\Delta_{\text{к}} = K_{\beta_{\text{тов}}} + K_{\gamma} + K_{\text{ск кон}} - K_{\alpha} - K_{\text{ск нач}}.$$

Массы компонентов:

$$\begin{aligned}
K_{\beta_{\text{тов}}} &= M_{\beta_{\text{тов}}} (1 - W_{\beta_{\text{тов}}}) \cdot \beta_{\text{тов}} ; \\
K_{\alpha} &= M_{\alpha} (1 - W_{\alpha}) \cdot \alpha ; \\
K_{\gamma} &= M_{\alpha} (1 - W_{\alpha}) \cdot \gamma_{\gamma} \cdot \gamma ; \\
K_{\text{ск}} &= M_{\text{ск}} (1 - W_{\text{ск}}) \cdot \beta_{\text{ск}} .
\end{aligned}$$

Относительная невязка:

$$\Delta_{\text{к отн}} = \frac{\Delta_{\text{к}}}{K_{\alpha}} \cdot 100, \%$$

Товарное извлечение (для этой же схемы):

$$\varepsilon_{\beta_{\text{тов}}} = \frac{K_{\beta_{\text{тов}}} - (K_{\text{ск нач}} - K_{\text{ск кон}})}{K_{\alpha}}.$$

Проверочное равенство:

$$\varepsilon_{\beta_{\text{тов}}} = \varepsilon_{\beta_{\text{тех}}} + \Delta_{\text{к отн}}.$$

Допустимая случайная невязка (обусловленная случайными погрешностями опробования):

$$P_{\Delta_{\text{к доп}}}^2 = P_{K_{\alpha}}^2 + \varepsilon_{\beta_{\text{тов}}}^2 \cdot P_{K_{\beta_{\text{тов}}}}^2 + \varepsilon_{\gamma}^2 \cdot P_{K_{\gamma}}^2 + 2r_{\text{ск}}^2 \cdot P_{K_{\text{ск}}}^2 ;$$

$$P_{K_{\alpha}}^2 = P_{M_{\alpha}}^2 + \left(\frac{W_{\alpha}}{1 - W_{\alpha}} \right)^2 \cdot P_{W_{\alpha}}^2 + P_{\alpha}^2 ;$$

$$P_{K_{\beta_{\text{тов}}}}^2 = P_{M_{\beta_{\text{тов}}}}^2 + \left(\frac{W_{\beta_{\text{тов}}}}{1 - W_{\beta_{\text{тов}}}} \right)^2 \cdot P_{W_{\beta_{\text{тов}}}}^2 + P_{\beta_{\text{тов}}}^2 ;$$

$$P_{K_{\gamma}}^2 = P_{M_{\alpha}}^2 + \left(\frac{W_{\alpha}}{1 - W_{\alpha}} \right)^2 \cdot P_{W_{\alpha}}^2 + P_{\gamma_{\gamma}}^2 + P_{\gamma}^2 ;$$

$$P_{\gamma_{\gamma}}^2 = \left(\frac{\alpha}{\beta - \alpha} \right)^2 \cdot \left[P_{\alpha}^2 + \varepsilon_{\beta}^2 \cdot P_{\beta}^2 + \varepsilon_{\gamma}^2 \cdot P_{\gamma}^2 \right] ;$$

$$\varepsilon_{\beta} = \frac{\alpha - \vartheta}{\beta - \vartheta} \cdot \frac{\beta}{\alpha};$$

$$\varepsilon_{\vartheta} = \frac{\beta - \alpha}{\beta - \vartheta} \cdot \frac{\vartheta}{\alpha};$$

$$P_{K_{\text{ск}}}^2 = P_{M_{\text{ск}}}^2 + \left(\frac{W_{\text{ск}}}{1 - W_{\text{ск}}} \right)^2 \cdot P_{W_{\text{ск}}}^2 + P_{\beta_{\text{ск}}}^2;$$

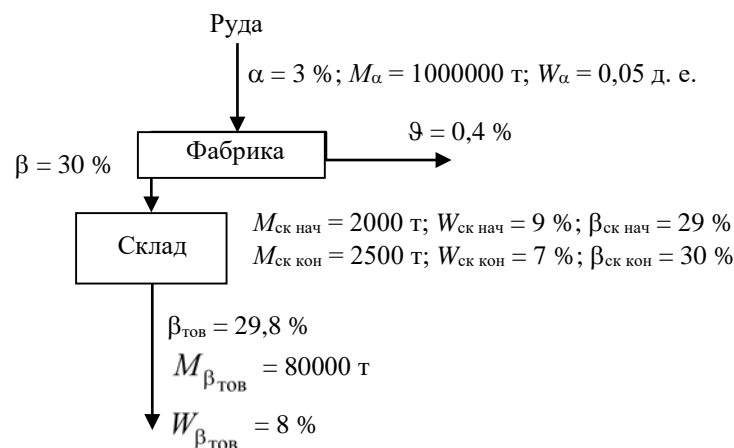
$$r_{\text{ск}} = \frac{\bar{K}_{\text{ск}}}{K_{\alpha}};$$

$$\bar{K}_{\text{ск}} = \frac{K_{\text{ск кон}} + K_{\text{ск нач}}}{2}.$$

Окончательно допустимая относительная случайная невязка:

$$\Delta_{K_{\text{отн доп}}} = P_{\Delta_{K_{\text{доп}}}}.$$

Пример 1. Найти невязку товарного баланса для фабрики. Необходимые для расчета данные указаны на рисунке. Массы указаны накопленные за месяц, массовые доли – средневзвешенные.



Решение:

Формула невязки:

$$\Delta_K = K_{\beta_{\text{тов}}} + K_{\vartheta} + K_{\text{ск кон}} - K_{\alpha} - K_{\text{ск нач}}.$$

Найдем отдельные слагаемые.

Масса металла в отгруженном (товарном) концентрате:

$$K_{\beta_{\text{тов}}} = M_{\beta_{\text{тов}}} \cdot (1 - W_{\beta_{\text{тов}}}) \cdot \beta_{\text{тов}} = 80000 \cdot (1 - 0,08) \cdot 0,298 = 21932,8 \text{ т.}$$

Масса металла в руде:

$$K_{\alpha} = M_{\alpha} \cdot (1 - W_{\alpha}) \cdot \alpha = 1000000 \cdot (1 - 0,05) \cdot 0,03 = 28500 \text{ т.}$$

Выход хвостов:

$$\gamma_{\vartheta} = \frac{\beta - \alpha}{\beta - \vartheta} = \frac{30 - 3}{30 - 0,4} = 0,912.$$

Масса металла в хвостах:

$$K_{\vartheta} = M_{\alpha} \cdot (1 - W_{\alpha}) \cdot \gamma_{\vartheta} \cdot \vartheta = 1000000 \cdot (1 - 0,05) \cdot 0,912 \cdot 0,004 = 3465,6 \text{ т.}$$

Масса металла на складе в начале месяца:

$$K_{\text{ск нач}} = M_{\text{ск нач}} \cdot (1 - W_{\text{ск нач}}) \cdot \beta_{\text{ск нач}} = 2000 \cdot (1 - 0,09) \cdot 0,29 = 527,8 \text{ т.}$$

Масса металла на складе в конце месяца:

$$K_{\text{ск кон}} = M_{\text{ск кон}} \cdot (1 - W_{\text{ск кон}}) \cdot \beta_{\text{ск кон}} = 2500 \cdot (1 - 0,07) \cdot 0,30 = 697,5 \text{ т.}$$

Невязка:

$$\Delta_K = 21932,8 + 3465,6 + 697,5 - 28500 - 527,8 = -2931,9 \text{ т.}$$

Относительная невязка:

$$\Delta_{K_{\text{отн}}} = \frac{\Delta_K}{K_{\alpha}} \cdot 100 = \frac{-2931,9}{28500} \cdot 100 = -10,29 \text{ \%}.$$

$$\begin{aligned} \varepsilon_{\beta_{\text{тов}}} &= \frac{K_{\beta_{\text{тов}}} - (K_{\text{ск нач}} - K_{\text{ск кон}})}{K_{\alpha}} = \\ &= \frac{21932,8 - (527,8 - 697,5)}{28500} = 0,775 \text{ д. е.}; \end{aligned}$$

$$\varepsilon_{\beta_{\text{тех}}} = \frac{\alpha - \vartheta}{\beta - \vartheta} \cdot \frac{\beta}{\alpha} = \frac{3 - 0,4}{30 - 0,4} \cdot \frac{30}{3} = 0,878 \text{ д. е.}$$

Проверка:

$$\varepsilon_{\beta_{\text{тов}}} = \varepsilon_{\beta_{\text{тех}}} + \Delta_{K_{\text{отн}}} = 0,878 - 0,1029 = 0,775 \text{ д. е.}$$

Пример 2. Найти допустимую относительную случайную невязку товарного баланса для фабрики по примеру 11.1, если известны погрешности измерения и опробования.

Дано: $P_{\alpha} = 4 \text{ \%}$; $P_{M_{\alpha}} = 1 \text{ \%}$; $P_{W_{\alpha}} = 7 \text{ \%}$; $P_{\beta} = 2 \text{ \%}$; $P_{\vartheta} = 10 \text{ \%}$;

$P_{M_{\text{ск}}} = 5 \text{ \%}$; $P_{W_{\text{ск}}} = 8 \text{ \%}$; $P_{\beta_{\text{ск}}} = 2 \text{ \%}$; $P_{\beta_{\text{тов}}} = 1,5 \text{ \%}$;

$P_{M_{\beta_{\text{тов}}}} = 0,5 \text{ \%}$; $P_{W_{\beta_{\text{тов}}}} = 4 \text{ \%}$.

Решение:

$$P_{K_{\alpha}}^2 = P_{M_{\alpha}}^2 + \left(\frac{W_{\alpha}}{1 - W_{\alpha}} \right)^2 \cdot P_{W_{\alpha}}^2 + P_{\alpha}^2 = 1^2 + \left(\frac{0,05}{1 - 0,05} \right)^2 \cdot 7^2 + 4^2 = 17,13 \text{ \%}^2;$$

$$\varepsilon_{\beta} = \frac{\alpha - \vartheta}{\beta - \vartheta} \cdot \frac{\beta}{\alpha} = \frac{3 - 0,4}{30 - 0,4} \cdot \frac{30}{3} = 0,878 \text{ д. е.};$$

$$\varepsilon_{\vartheta} = 1 - \varepsilon_{\beta} = 0,122 \text{ д. е.};$$

$$r_{\text{ск}} = \frac{\bar{K}_{\text{ск}}}{K_{\alpha}} = \frac{527,8 + 697,5}{28500} = 0,021 \text{ д. е.};$$

$$P_{K_{\beta_{\text{тов}}}}^2 = P_{M_{\beta_{\text{тов}}}}^2 + \left(\frac{W_{\beta_{\text{тов}}}}{1 - W_{\beta_{\text{тов}}}} \right)^2 \cdot P_{W_{\beta_{\text{тов}}}}^2 + P_{\beta_{\text{тов}}}^2 = 0,5^2 + \left(\frac{0,08}{1 - 0,08} \right)^2 \cdot 4^2 + 1,5^2 = 2,62 \text{ \%}^2;$$

$$\begin{aligned}
P_{K_9}^2 &= P_{M_\alpha}^2 + \left(\frac{W_\alpha}{1-W_\alpha} \right)^2 \cdot P_{W_\alpha}^2 + P_{\gamma_9}^2 + P_9^2 = \\
&= 1^2 + \left(\frac{0,05}{1-0,05} \right)^2 \cdot 7^2 + 0,5^2 + 10^2 = 101,38 \%^2; \\
P_{\gamma_9}^2 &= \left(\frac{\alpha}{\beta-\alpha} \right)^2 \cdot [P_\alpha^2 + \varepsilon_\beta^2 \cdot P_\beta^2 + \varepsilon_9^2 \cdot P_9^2] = \\
&= \left(\frac{3}{30-3} \right)^2 \cdot [4^2 + 0,878^2 \cdot 2^2 + 0,122^2 \cdot 10^2] = 0,0123 \cdot [16 + 3,083 + 1,49] = 0,253 \%^2; \\
P_{\gamma_9} &= 0,5 \%; \\
P_{K_{ck}}^2 &= P_{M_{ck}}^2 + \left(\frac{W_{ck}}{1-W_{ck}} \right)^2 \cdot P_{W_{ck}}^2 + P_{\beta_{ck}}^2 = 5^2 + \left(\frac{0,08}{1-0,08} \right)^2 \cdot 8^2 + 2^2 = 29,48 \%^2; \\
P_{\Delta_k \text{ доп}}^2 &= P_{K_\alpha}^2 + \varepsilon_{\beta_{\text{тов}}}^2 \cdot P_{K_{\beta_{\text{тов}}}}^2 + \varepsilon_9^2 \cdot P_{K_9}^2 + 2r_{ck}^2 \cdot P_{K_{ck}}^2 = \\
&= 17,13 + 0,775^2 \cdot 2,62 + 0,122^2 \cdot 101,38 + 2 \cdot 0,021^2 \cdot 29,48 =; \\
&= 17,13 + 1,57 + 1,51 + 0,03 = 20,24 \%^2; \\
P_{\Delta_k \text{ доп}} &= 4,50 \%.
\end{aligned}$$

Результатом успешного выполнения практического задания считается правильное решение задач без существенных ошибок в формулах, расчетах и размерностях.