

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт цветных металлов и материаловедения
Кафедра «Автоматизация производственных процессов в металлургии»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ Т.В. Донцова
подпись

«__» июля 2020 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

**Разработка программно-алгоритмического обеспечения для анализа
качества контуров регулирования технологических параметров процессов
обогащения**

Направление 27.04.04 Управление в технических системах
Магистерская программа 27.04.04.02 Автоматизация и управление
техническими системами в металлургии

Руководитель	_____	доцент, канд. техн. наук	В.А. Осипова
	подпись, дата		
Выпускник	_____		Я.О. Грицаюк
	подпись, дата		
Рецензент	_____	зав. каф. АПП ФГБОУ ВО «СибГУНиТ» им. ак. М.Ф. Решетнёва, канд. техн. наук, доцент	П.М. Гофман
	подпись, дата		
Нормоконтролер	_____		В.А. Осипова
	подпись, дата		

Красноярск 2020

АННОТАЦИЯ

Магистерская диссертация по теме «Разработка программно-алгоритмического обеспечения для анализа качества контуров регулирования технологических параметров процессов обогащения» содержит 105 страниц текстового документа, 7 приложений, 85 использованных источников.

Целью данной работы является повышение эффективности управления процессами отделения рудоподготовки ЗИФ-4 путем разработки программных инструментов для анализа качества работы локальных систем регулирования технологических параметров.

Тема данной работы выбрана на основании анализа существующих проблем и способов для их решения в условиях золото-извлекательной фабрики №4 (ЗИФ-4) месторождения Благодатное. В ходе проведенного аудита действующих систем регулирования технологических параметров ЗИФ-4 установлено, что зачастую, без очевидных причин, автоматический режим работы систем отключен и регулирование осуществляется в ручном режиме.

Новизна заключается в следующем:

- предложена методика анализа качества локальных контуров регулирования непрерывных количественных переменных с применением методов статистического управления процессами (SPC);

- разработаны новые программно-алгоритмические средства для корпоративной информационно-технологической системы с целью исследования качества действующих систем регулирования в режиме непрерывного мониторинга.

Внедрение разработанного комплекса программного модуля информационно-технологической системы позволит выполнить оперативную оценку качества действующих систем, осуществить раннюю диагностику неисправностей работы локальных систем регулирования технологических параметров, что дает возможность повысить эффективность использования действующих систем автоматизации ЗИФ-4.

Разработанный программный модуль в настоящее время вводится в опытно-промышленную эксплуатацию на ЗИФ-4 с перспективой внедрения на ЗИФ-1,2,3. Программа отвечает требованиям ЗИФ, имеет открытый функционал и удобный пользовательский интерфейс.

С целью обеспечения информационно-методического сопровождения нового корпоративного модуля разработано руководство пользователя. Руководство предназначено для инженеров АСУ ТП, АСУП и технологов ЗИФ.

КАЧЕСТВО, СКОРОСТНАЯ ФЛОТАЦИЯ, ОБОГАЩЕНИЕ, АСУ ТП, СТАТИСТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
1 Технология переработки сульфидных золотосодержащих руд	Ошибка! Закладка не определена.
1.1 Краткое описание технологии переработки руд месторождения Благодатное	Ошибка! Закладка не определена.
1.2 Технологическая схема процесса скоростной флотации	Ошибка! Закладка не определена.
1.3 Описание технологического оборудования	Ошибка! Закладка не определена.
1.4 Реагентный режим скоростной флотации	Ошибка! Закладка не определена.
1.5 Характеристика скоростной флотации как объекта управления	Ошибка! Закладка не определена.
1.6 АСУ ТП скоростной флотации.....	Ошибка! Закладка не определена.
1.6.1 Структура АСУ ТП.....	Ошибка! Закладка не определена.
1.6.2 Комплекс технических средств.....	Ошибка! Закладка не определена.
1.6.3 Описание верхнего уровня АСУ ТП	Ошибка! Закладка не определена.
1.6.4 Описание сетевой структуры системы управления	Ошибка! Закладка не определена.
1.7 Оценка текущего состояния автоматизации	Ошибка! Закладка не определена.
Выводы	по главе
1.....	26
2 Методы и средства анализа качества автоматических систем регулирования	Ошибка! Закладка не определена.
2.1 Методы автоматического управления .	Ошибка! Закладка не определена.
2.2 Классические методы автоматического управления	Ошибка! Закладка не определена.
2.3 Современные методы автоматического управления	Ошибка! Закладка не определена.
2.3.1 Общая характеристика современных методов	Ошибка! Закладка не определена.
2.3.2 Нейронное управление	Ошибка! Закладка не определена.
2.3.3 Системы усовершенствованного управления	Ошибка! Закладка не определена.
2.3.4 Статистическое управление процессами	Ошибка! Закладка не определена.
2.4 Методы анализа качества автоматических систем управления.....	Ошибка! Закладка не определена.
2.4.1 Общие положения анализа качества	Ошибка! Закладка не определена.
2.4.2 Классические методы анализа качества систем	Ошибка! Закладка не определена.

2.4.3	Современные методы	Ошибка! Закладка не определена.
2.5	Выбор программных средств для анализа качества	Ошибка! Закладка не определена.
2.5.1	Обзор программных продуктов..	Ошибка! Закладка не определена.
2.5.2	Система планирования и управления бизнес-процессами SAP	Ошибка! Закладка не определена.
2.5.3	Программный комплекс «1С: Предприятие»	Ошибка! Закладка не определена.
2.5.4	Программный пакет STATISTICA	Ошибка! Закладка не определена.
2.5.5	Сравнительный анализ программных средств	Ошибка! Закладка не определена.
2.6	Разработка методики анализа качества локальных контуров регулирования АСУ ТП	Ошибка! Закладка не определена.
2.6.1	Теоретические основы методики	Ошибка! Закладка не определена.
2.6.2	Контрольные карты как инструмент анализа качества.....	Ошибка! Закладка не определена.
2.6.3	Методика анализа качества локальных контуров регулирования	Ошибка! Закладка не определена.
	Выводы по главе 2.....	Ошибка! Закладка не определена.
3	Программно-алгоритмические средства для анализа качества контуров регулирования.....	Ошибка! Закладка не определена.
3.1	Корпоративная информационно-технологическая система	Ошибка! Закладка не определена.
3.2	Используемые программные средства при разработке модуля «Анализ качества контуров регулирования»	Ошибка! Закладка не определена.
3.2.1	Wonderware Historian	Ошибка! Закладка не определена.
3.2.2	Microsoft SQL Server management studio	Ошибка! Закладка не определена.
3.3	Модуль «Анализ качества автоматических систем регулирования»	Ошибка! Закладка не определена.
3.3.1	Алгоритм работы вкладки «Анализ работы»	Ошибка! Закладка не определена.
3.3.2	Вкладка «Подтверждение»	Ошибка! Закладка не определена.
3.3.3	Вкладка «Настройки»	Ошибка! Закладка не определена.
3.3.4	Алгоритм работы вкладки «Анализ параметров»	Ошибка! Закладка не определена.
	Выводы по главе 3.....	Ошибка! Закладка не определена.
4	Разработка руководства пользователя в модуле «Анализ качества контуров регулирования».....	Ошибка! Закладка не определена.
4.1	Назначение руководства.....	Ошибка! Закладка не определена.
4.2	Руководство пользователя модулем «Анализ качества контуров регулирования».....	Ошибка! Закладка не определена.

4.2.1 Статусный анализ контуров регулирования **Ошибка! Закладка не определена.**

4.2.2 Режимный анализ работы контуров регулирования **Ошибка! Закладка не определена.**

4.2.3 Параметрический анализ контуров регулирования **Ошибка! Закладка не определена.**

Выводы по главе 4..... **Ошибка! Закладка не определена.**

Заключение 8

Список использованных источников 9

Приложение А. Принципиальная схема ОРПиОР ЗИФ-4, участок измельчения и классификации руды.....16

Приложение Б. Факторы, влияющие на процесс флотации 17

Приложение В. Основные виды распределений параметра исследуемой переменной (гистограммы) 94

Приложение Г. Методика анализа качества локальных контуров регулирования..... 19

Приложение Д. Запрос, сформированный в SQL Server, участок скоростная флотация..... 20

Приложение Е. Фрагмент программного кода на языке HTML для построение ленточного графика вкладки «Анализ работы» 21

Приложение Ж. Фрагмент программного кода на языке HTML для построения карты индивидуальных значений вкладки «Анализ параметров»..... 26

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы

Основную цель автоматизации управленческого контроля технологическими процессами, для обогатительной фабрики можно сформулировать следующим образом: обеспечение максимального извлечения полезного компонента и выпуска готовой продукции производства при заданном значении по качеству при минимальных затратах трудовых, энергетических и материальных ресурсов.

Одним из важнейших обогатительных процессов технологической схемы переработки золотосодержащей руды является флотация. Именно от данного процесса зависят количественные и качественные показатели конечного продукта горно-обогатительного производства. Эффективность флотационных технологий при извлечении золота из руд с сульфидной минерализацией обеспечивает использование современного флотационного оборудования [1; 2].

Применяемые в настоящее время на обогатительных фабриках системы управленческого контроля процессами флотационного обогащения используют методы управления, предполагающие стабилизацию технологических параметров на уровнях, задаваемых технологами, которые в свою очередь исходят из режимных карт для соответствующих процессов и из результатов наблюдения. Недостатки таких систем и методов связаны с временными задержками автоматизированных систем аналитического контроля, многомерностью технологических процессов, значительной вероятностью негативных эффектов от «человеческого фактора» (неправильных или несвоевременных решений технологического персонала). Поэтому, одним из актуальных направлений в развитии автоматизации процессов флотационного обогащения является реализация эффективного управленческого контроля технологическим оборудованием.

При цифровизации горно-обогатительного производства произошел резкий рост технических возможностей: сбор данных заметно подешевел благодаря многочисленным датчикам, встроенным компьютерам и специализированным программным продуктам, позволяющих обрабатывать огромные объемы данных.

На данный момент актуальными проблемами ЗИФ-4 является частое использование ручного режима работы для многих контуров регулирования, а для систем, используемых в автоматическом режиме, необходима оценка качества.

Для мгновенного анализа качества непрерывного и многомерного технологического процесса находят применения современные методы анализа качества на основе статистических показателей и контрольных карт Шухарта.

В работах зарубежных [3; 4; 5; 6; 7] и отечественных [8; 9; 10] авторов, таких как Ю.Л. Адлер, В.Н. Клячкин, В.Л. Шпер, Ю.А. Кравцов и многих других, рассматривается применение методов статистического управления процессами для обеспечения контроля технологических процессов.

Обнаружение нарушений технологического процесса, как правило, проводится только на основе анализа определенных подгрупп выборок и выхода контролируемой статистики исследуемой выборки за заданные границы карты.

Современные программные инструменты позволяют применить аналогичные подходы при статистическом контроле технологического процесса и совершенствовать их, используя для непрерывных количественных технологических переменных.

Актуальность темы исследования обоснована необходимостью разработки виртуального инструмента для понятного и оперативного анализа качества автоматических систем регулирования (АСР) для многомерных технологических процессов золото-извлекательной фабрики, а также постоянным ростом числа публикаций по различным аспектам методов статистического управления процессами. Так, например, по запросу «Статистическое управление процессами» в системе научной электронной библиотеки e-library найдено более 188 тысяч публикаций, а по запросу «Анализ качества процессов регулирования статистическими методами» – более 143 тысяч публикаций, что подтверждает активный интерес по данному направлению.

Объектом исследования является участок измельчения и классификации руды отделения рудоподготовки ЗИФ-4 месторождения Благодатное.

Предмет исследования: программно-алгоритмические средства анализа качества работы локальных систем регулирования процесса скоростной флотации отделения рудоподготовки ЗИФ-4 месторождения Благодатное.

Цель работы: повышение эффективности управления процессами отделения рудоподготовки ЗИФ-4 путем разработки программных инструментов для анализа качества работы локальных систем регулирования технологических параметров.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- анализ технологического процесса скоростной флотации отделения рудоподготовки ЗИФ-4;
- анализ текущего состояния автоматизации ЗИФ-4 месторождения Благодатное;
- подготовка и проведение аудита действующих АСР ЗИФ-4;
- обзор и выбор методов для анализа качества систем управления;
- обзор и выбор современных программных средств для анализа качества систем управления;
- разработка методики анализа качества локальных контуров регулирования;
- разработка программно-алгоритмических средств для исследования качества действующих АСР;
- разработка руководства пользователя новым программным модулем.

Новизна:

- предложена методика анализа качества локальных контуров регулирования непрерывных количественных переменных с применением методов статистического управления процессами (SPC);
- разработаны новые программно-алгоритмические средства для корпоративной информационно-технологической системы с целью исследования качества действующих систем регулирования в режиме непрерывного мониторинга.

Практическая значимость работы заключается в следующем. Внедрение разработанного комплекса программно-алгоритмических средств (корпоративного модуля) информационно-технологической системы позволит выполнить оперативную оценку качества действующих систем, осуществить раннюю диагностику неисправностей работы локальных систем регулирования технологических параметров, что дает возможность повысить эффективность использования действующих систем автоматизации ЗИФ-4.

Разработанный программный модуль в настоящее время вводится в опытно-промышленную эксплуатацию на ЗИФ-4 с перспективой внедрения на ЗИФ-1,2,3. Программа отвечает требованиям ЗИФ, имеет открытый функционал и удобный пользовательский интерфейс.

С целью обеспечения информационно-методического сопровождения нового корпоративного модуля разработано руководство пользователя. Руководство предназначено для инженеров АСУ ТП, АСУП и технологов ЗИФ.

Личный вклад автора заключается в проведении анализа литературных и патентных источников, составлении аналитического обзора, изучении и освоении современных программных инструментов зарубежного и отечественного производства по теме исследования; в подготовке и проведении аудита работы АСУ технологических параметров ЗИФ-4; в разработке алгоритмов и программной реализации предложенной методики на основе методов SPC; в подготовке информационного обеспечения сценарного типа для пользователей.

Публикации

Результаты исследований по теме диссертации докладывались на научно-исследовательских семинарах, Международной научно-практической конференции «Молодежь и наука: Проспект Свободный-2018», научно-практической конференции «Актуальные вопросы науки и практики» (2020 г.) и Международной научной конференции «Проспект Свободный-2020». Материалы работы опубликованы в сборниках указанных конференций [10].

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованных источников из 85 наименований, содержит 42 рисунка и 7 таблиц. Объем диссертации составляет 105 страниц.

Главы 1, 2, 3 и 4 – изъяты из файла (стр.8-80 и 87-105)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результат работы соответствует поставленным задачам.

Выполнен анализ технологического процесса скоростной флотации отделения рудоподготовки ЗИФ-4, изучены особенности конструкции и принцип действия основного технологического оборудования процесса, рассматриваемого в исследовательской части работы.

Выполнен сбор, обработка и анализ информации о текущем состоянии автоматизации ЗИФ-4 месторождения Благодатное.

Выполнен комплекс мероприятий по подготовке и проведению аудита действующих АСР ЗИФ-4. По результатам аудита определены задачи, направленные на оперативную оценку качества действующих систем.

Для решения поставленных задач выполнен обзор и выбор методов и современных программных средств для анализа качества систем управления. Установлено, что по теме исследования необходимо разработать собственный программный функционал, удовлетворяющий требованиям и условиям ЗИФ-4.

Предложена методика анализа качества локальных контуров регулирования непрерывных количественных переменных с применением методов статистического управления процессами.

Разработаны алгоритмы работы модуля и его блоков для исследования качества действующих АСР в режиме непрерывного мониторинга.

Разработан новый программный модуль «Анализ качества автоматических систем регулирования» для корпоративной информационно-технологической системы ЗИФ-4.

Внедрение нового программного модуля позволит выполнить оперативную оценку качества действующих систем, осуществить раннюю диагностику неисправностей работы локальных систем регулирования технологических параметров, что дает возможность повысить эффективность использования действующих систем автоматизации ЗИФ-4.

Разработано руководство пользователя новым модулем «Анализ качества автоматических систем регулирования» информационно-технологической системы. Руководство предназначено для инженеров АСУ ТП, АСУП и технологов ЗИФ.

Разработанный программный модуль в настоящее время вводится в опытно-промышленную эксплуатацию на ЗИФ-4 с перспективой внедрения на ЗИФ-1,2,3. Программа отвечает требованиям ЗИФ, имеет открытый функционал и удобный пользовательский интерфейс.

Работа выполнена и оформлена в соответствии с требованиями СТО 4.2-07-2014 «Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности» [85].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Комогорцев, Б. В. Технологии и оборудование флотационного обогащения золотосодержащих сульфидных руд / Б. В. Комогорцев, А. А. Вараничев // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2016. – № 10. – С. 222–235.
- 2 Аксенов, Б. В. Применение песковых флотомашин SkimAir при обогащении золотосеребряных руд месторождения «Дукат» / Б.В. Аксенов, А. В. Бабук, А. Ю. Галютин // Золотодобыча. – 2009. - № 130. – С. 134–147.
- 3 Aparisi, F. Hotelling's T2 control chart with adaptive sample sizes / F. Aparisi // Int. Journal of production research. – 1996. – V.34. – P. 2853–2862.
- 4 Liu, R. Y. Control charts for multivariate processes / R. Y. Liu // Journal of the American Statistical Association. – 1995. – V.90(432). – P. 1380–1387. 106.
- Lowry, C. A. A multivariate exponentially weighted moving average control chart / C. A. Lowry, W. H. Woodal, C. W. Champ, S. E. Rigdon // Technometrics. – 1992. – V.34. – P. 46–53.
- 5 Lowry, C. A review of multivariate control charts / C. Lowry, D. C. Montgomery // IIE transactions. – 1995. – V.27. – P. 800–810. 108.
- Lucas, J. M. Fast initial response for CUSUM quality-control schemes: give your CUSUM a head start / J. M. Lucas, R. B. Crosier // Technometrics. – 2000. – V.42. – P. 102–107.
- 6 Mastrangelo, C. M. Statistical process monitoring with principal components / C. M. Mastrangelo, G. C. Runger, D. C. Montgomery // Quality and Reability Engineering International. – 1996. – V.12. – P. 203–210.
- 7 Montgomery, D. C. Introduction to statistical quality control / D. C. Montgomery // John Wiley and Sons. – 2009. – P. 738.
- 8 Адлер, Ю. Л. Интерпретация контрольных карт Шухарта // Ю. Л. Адлер, В. Л. Шпер. // Методы менеджмента качества. – 2003. – №11. – С. 34–41.
- 9 Клячкин, В. Н. Система контроля многопараметрического технологического процесса / В. Н. Клячкин // Системный анализ в проектировании и управлении : тр. 6-й Междунар. науч.-практ. конф., 28 июня-5 июля. – Санкт-Петербург : СПбГПУ, 2002. – С. 394–395.
- 10 Валеев, С. Г. Использование статистики Хотеллинга как обобщенного показателя качества / С. Г. Валеев, В. Н. Клячкин, Е. Н. Батанова // Информационные технологии в учебном процессе кафедре физики и математики : (ИТФМ-2002) : тр. 6-го междунар. совещ. семинара. – Ульяновск : УлГТУ, 2002. – С. 96–97.
- 11 Бочаров, В. А. Технология обогащения золотосодержащих руд и россыпей. Часть 1: Обогащение золотосодержащего сырья / В. А. Бочаров, В. А. Игнаткина. – Москва : НИТУ МИСиС, 2003. – 270 с.
- 12 Адамов, Э. В. Технология руд цветных металлов / Э.В. Адамов. – Москва: МИСиС, 2007. – 515 с.
- 13 Абрамов, А. А. Технология переработки и обогащения руд цветных металлов, книга 1 / А.А Абрамов. – Москва : МГГУ, 2005. – 575 с.

14 Фомченко, Н. В. Переработка сульфидных концентратов, содержащих золото и цветные металлы, с применением интенсивной биогидрометаллургии [Электронный ресурс] : Н.В Фомченко, М.И Муравьев., Т.Ф. Кондратьева // Золотодобыча. – Режим доступа: <https://zolotodb.ru/article/11378>

15 Полюс. Лидер Российской зотодобычи [Электронный ресурс] : Месторождение Благодатное // Официальный сайт АО «Полюс». – Режим доступа: http://polyus.com/ru/operations/operating_mines/blagodatnoye/

16 Большая российская энциклопедия [Электронный ресурс] : Благодатное Месторождение // Министерство культуры Российской Федерации – Режим доступа : <https://bigenc.ru/geology/text/4852367>

17 Вестник золотопромышленника [Электронный ресурс] : Полюс Красноярск // ПРАЙМ ЗОЛОТО – Вестник золотопромышленника. – Режим доступа: <https://gold.1prime.ru/companies/20170830/221479.html>

18 Константинов, М. М. Золоторудные месторождения России. / М. М. Константинов. – Москва : Акварель, 2010. – 365 с.

19 Технологическая инструкция по переработке руды Благодатненского месторождения отделения рудоподготовки и обогащения руды ЗИФ-4. Участок измельчения и классификации руды, доизмельчения флотоконцентратов / ЗАО «Полюс», ЦНИГРИ, Красноярск- Москва, 2019.

20 Технологическая инструкция по переработке руды Благодатненского месторождения отделение рудоподготовки и обогащения руды ЗИФ-4. Участок флотационного обогащения руды / ЗАО «Полюс», ЦНИГРИ, Красноярск-Москва, 2019.

21 Пат. 2314165 Российская Федерация, МПК В03D 1/02. Способ обогащения сульфидных полиметаллических золотосодержащих руд и продуктов / Е. Л. Чантурия ; заявитель и патентообладатель Антурина Елена Леонидовна. – № 2006104324/03 ; заявл. 14.02.06 ; опубл. 10.01.08, Бюл. № 1. – 5 с.

22 Пат. 23112333 Российская Федерация, МПК В03В 9/00, В03D 1/00. Способ флотации песков гидроциклона и линия флотации песков гидроциклона/ А. В. Зимин, М. А. Арустамян : заявитель и патентообладатель: Совместное предприятие в форме закрытого акционерного общества «Изготовление, внедрение, сервис» – № 2006104967/03 ; заявл. 14.02.06 ; опубл. 27.11.07, Бюл. № 33. – 16 с.

23 Пат. 66233 Российская Федерация, МПК В03В 9/00, В03D 1/00. Линия флотации песков гидроциклона / А. В. Зимин : заявитель и патентообладатель: Совместное предприятие в форме закрытого акционерного общества «Изготовление, внедрение, сервис» – № 2006104968/03 ; заявл. 14.02.06 ; опубл. 10.09.07, Бюл. № 33. – 16 с.

24 Руководство SkimAir. Описание оборудования. / Outotec, Москва, 2019.

25 Outotec SKIMAIR [Электронный ресурс] : Скоростная флотация Outotec SKIMAIR // Outotec – Режим доступа:

<https://www.outotec.ru/products/flotaciya/flotomashiny-outotec-skimair-dlya-skorostnoy-flotacii/>

26 Пат. 2341333 Российская Федерация, МПК В03D 1/16. Флотационное устройство и способ флотации с разделением частиц по размерам / П. Д. Берк : заявитель и патентообладатель: ОУТОТЕК ОЙЙ – № 2005131956/03 ; заявл. 16.03.03 ; опубл. 27.04.06, Бюл. № 35. – 16 с.

27 Пат. 2348461 Российская Федерация, МПК В03D 1/16. Вспомогательная мешалка для флотационного устройства / П. Д. Берк : заявитель и патентообладатель: ОУТОТЕК ОЙЙ – № 2005131956/03 ; заявл. 16.03.04 ; опубл. 10.03.09, Бюл. № 7. – 13 с.

28 Комогорцев, Б. В. Совершенствование технологий флотационного обогащения тонкодисперсных сульфидных золотосодержащих руд [Электронный ресурс] : эл. журнал / Б.В Комогорцев, А.А Вареничев. – Москва : ВИНТИ РАН, 2015. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/covershenstvovanie-tehnologiy-flotatsionnogo-obogascheniya-tonkodispersnyh-sulfidnyh-zolotosoderzhaschih-rud/viewer>

29 Комогорцев, Б. В. Технологии и оборудование флотационного обогащения золотосодержащих сульфидных руд [Электронный ресурс] : эл. журнал / Б.В Комогорцев, А.А Вареничев – Москва : ВИНТИ РАН, 2015. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-i-oborudovanie-flotatsionnogo-obogascheniya-zolotosoderzhaschih-sulfidnyh-rud/viewer>

30 Колеман, Р. Применение скоростной флотации Оутотек для повышения извлечения ценных минералов [Электронный ресурс] : эл. журнал Золотодобыча / Р. Колеман. – 2012. – №169. – Режим доступа: <https://www.outotec.ru/products/flotaciya/flotomashiny-outotec-skimair-dlya-skorostnoy-flotacii/>

31 Аксенов, Б. В. Процесс песковой флотации, как часть универсальной схемы обогащения, устойчивой к изменениям свойств перерабатываемых руд [Электронный ресурс] : эл. журнал / Б.В Аксенов, А.Ю. Галютин, А.В. Бабук – Магадан. – 2009. – № 1(31). – Режим доступа: <https://docplayer.ru/32547836-Process-peskovoy-flotacii-kak-chast-universalnoy-4-shemy-obogashcheniya-ustoychivoy-k-izmeneniyam-svoystv-pererabatyvaemyh-rud.html>

32 ГОСТ 34.003-90 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Термины и определения. – Введ. 01.01.1992. – Москва : Стандартинформ, 2009. – 16 с.

33 ГОСТ 24.104-85 «Автоматизированная система управления. Общие требования». – Введ. 01.01.1987. – Москва : Стандартинформ, 2009. – 13 с.

34 Иванов А. А. Модернизация промышленных предприятий на базе современных систем автоматизации и управления : учеб. пособие / А. А. Иванов. – Москва : ИНФРА-М, 2015. – 384 с.

35 Проспект Свободный - 2018 [Электронный ресурс] : материалы Международной студенческой конференции, Красноярск, 23–27 апреля 2018 г. / Сиб. федер. ун-т ; отв. за вып. В. Ю. Серегина. – Электрон. текстовые дан. - Красноярск : СФУ, 2018. – 1456 с.

36 Современный подход к анализу качества управления процессами обогащения на базе информационно-технологической системы.: тезис / Международная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых ; рук. Осипова В. А. ; исполн.: Грицаюк Я. О. – Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2020. – 3 с.

37 Методы классической и современной теории автоматического управления: учебник в 5-ти тт.; 2-е изд., перераб. и доп. Т5 : Методы современной теории автоматического управления / Под ред. К.А. Пупкова и Н.Д. Егупова. – Москва : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 784 с.

38 Дорф, Р. Современные системы управления / Р. Дорф, Р. Бишоп. Пер. с англ. Б.И. Копылова. – Москва : Лаборатория Базовых Знаний, 2002. – 832 с.

39 Методы классической и современной теории автоматического управления: Учебник в 5-ти тт.; 2-е изд., перераб. и доп. Т1: Математическое модели, динамические характеристики и анализ систем автоматического управления / Под ред. К.А. Пупкова и Н.Д. Егупова. – Москва : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 656 с.

40 Никулин, Е. А. Основы теории автоматического управления. Частотные методы анализа и синтеза систем : учеб. пособие для вузов / Е.А. Никулин. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2004. – 640 с.

41 Бессекерский, В. А., Теория систем автоматического управления / В.А. Бессекерский, Е.П. Попов. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – Санкт-Петербург, Изд-во «Профессия», 2004. – 752 с.

42 Лурье, Б. Я. Классические методы автоматического управления / Под ред. А.А. Ланне // Б.Я. Лурье, П.Дж. Энрайт. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2004. – 640 с.

43 Филипс, Ч. Системы управления с обратной связью / Ч. Филипс, Р. Харбор. – Москва : Лаборатория Базовых Знаний, 2001. – 616 с.

44 Сухарев, А. Г. Курс методов оптимизации : учеб. пособие / А.Г. Сухарев, А.В. Тимохов, В.В. Федоров. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2011. – 384 с.

45 Урубков, А. Р. Методы и модели оптимизации управленческих решений : учеб. пособие / А.Р. Урубков, И.В. Федотов. – Москва : Изд-во «Дело» АНХ, 2014. – 237 с.

46 Аттетков, А. В. Методы оптимизации: учеб. пособие для вузов / А.В. Аттетков, В.С. Зарубин, А.Н. Канатников. – Москва : РИОР ИНФРА-М, 2016. – 269 с.

47 Хайкнн, С. Нейронные сети: полный курс. 2-е издание / С. Хайкнн. – Москва : Вильямс, 2006. – 1104 с.

48 Тарик, Р. Создаем нейронную сеть / Р. Тарик, А.Г. Гузикевич. – Москва: Вильямс, 2017 – 272 с.

49 Дозорцев, Д. В. APC – усовершенствованное управление технологическими процессами / М. Дозорцев, Д.В. Кнеллер // Датчики и системы. – 2005. – №10. – С. 56–62.

- 50 Cecil L. Smith. Усовершенствованное управление процессом: за одноконтурным управлением (англ. Advanced Process Control: Beyond Single Loop Control) 1-е издание / Cecil L. Smith – USA, 2010 – 464 с.
- 51 Управление производством [Электронный ресурс]: Усовершенствованная система управления технологическими процессами на НПЗ «Газпром нефти» // Деловой портал «Управление производством». – Режим доступа: http://www.up-pro.ru/library/information_systems/production/gazpromneft-usutp.html
- 52 Автоматизация металлургических печей / В. Ю. Каганов, О. М. Блинов, Г. М. Глинков, В.А. Морозов. – Москва : Металлургия, 1975. – 376 с.
- 53 Дьяконов, В. П. Математические пакеты расширения MATLAB. Специальный справочник. – Санкт-Петербург, 2001. – 475 с.
- 54 Федоров, Ю. Н. Справочник инженера по АСУ ТП: проектирование и разработка / Ю. Н. Федоров. – Москва : Инфро-Инженерия, 2008. – 928 с.
- 55 Деминг, Э. Выход из кризиса: Новая парадигма управления людьми, процессами и системами / Деминг У. Эдвард. – Москва : Альпина Паблишер, 2007. – 370 с.
- 56 Деминг, Э. Новая экономика / Деминг У. Эдвард. – Москва : Эксмо, 2006. – 208 с.
- 57 Джозеф Джуран. Справочник по управлению качеством / Джозеф М.Джурен. – USA : McGraw-Hill, 1998. – 1699 с.
- 58 Ребрин, Ю. И. Управление качеством / Ю.И. Ребрин. – Таганрог : Изд-во ТРТУ, 2004. – 174 с.
- 59 Гродзенский, С. Я. Управление качеством. / С.Я. Гродзенский. – Москва: Проспект, 2017. – 226 с.
- 60 Кане, М. М. Системы, методы и инструменты менеджмента качества / М. М. Кане, Б. В. Иванов, В. Н. Корешков, А. Г. Схиртладзе. – Санкт-Петербург : Питер, 2019. – 576 с.
- 61 Тьюки, Дж. Анализ результатов наблюдений. Разведочный анализ – Москва : Мир, 1981. – 696 с.
- 62 ГОСТ Р 50779.0-95. Статистические методы. Основные положения. – Введ. 01.07.96. – Москва : Стандартиформ, 2008. – 10 с.
- 63 ГОСТ Р ИСО 11462-1-2007 Статистические методы. Руководство по внедрению статистического управления процессами. Часть 1. Элементы – Введ. 01.09.07. – Москва : Стандартиформ, 2014. – 13 с.
- 64 Кудинов, Ю. И. Теория автоматического управления (с использованием MatLab – Simulink) : учеб. пособие. – 3-е изд-е, стер. / Ю. и. Кудинов, Ф.Ф. Пащенко. – Санкт-Петербург : Лань, 2019. – 321 с.
- 65 Карташов, Б. А. Среда динамического моделирования технических систем SimInTech: Практикум по моделированию систем автоматического регулирования. / Б. А. Карташов, Е.А. Шабаев, О.С.Козлов, А.М. Щекатуров. – Москва : ДМК Пресс, 2017. – 424 с.

66 Черных, И. В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB. SimPowerSystems и Simulink. – Москва : ДМК Пресс, 2007. – С. 226–228.

67 Применение CONTROL SYSTEM TOOLBOX системы MATLAB и среды SimInTech для анализа систем регулирования технологических параметров: тезис / Международная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых ; рук. Осипова В. А. ; исполн.: Грицаюк Я. О., Александрова С. А. – Красноярск : СФУ, 2018. – С. 1341–1344

68 Integral [Электронный ресурс] : импортозамещение в области «тяжелых» САПР: мнение специалиста. – Режим доступа: <http://integral-russia.ru/2017/09/23/importozameshhenie-v-oblasti-tyazhelyh-sapr-mnenie-spetsialista/>

69 SAP [Электронный ресурс] : Что такое SAP. – Режим доступа: <https://www.sap.com/index.html>

70 1 С:Предприятие 8 [Электронный ресурс] : Система программ 1С:Предприятие. – Режим доступа: <https://v8.1c.ru/vse-programmy-1c/kholdingi/>

71 StatSoft Russia [Электронный ресурс] : Продукты STATISTICA. – Режим доступа: <http://statsoft.ru/products/>

72 Вумек Джеймс. Бережливое производство / Джеймс Вумек, Дэниел Джонс. – Москва : Альпина Паблишер, 2016. – 650 с.

73 Хнммельблау, Д. Анализ процессов статистическими методами / Д. Хнммельблау, В. Д. Скаржинский, В. Г. Горской. – Москва : Мир, 1973. – 958 с.

74 Гусаров, В. М. Статистика. 2-е изд / В.М Гусаров., Е. И. Кузнецова. Москва : Юнити, 2008. – 479 с.

75 Дэвид, Ч. Статистическое управление процессами: оптимизация бизнеса с использованием контрольных карт Шухарта., 3-е изд. / Чамберс Дэвид, Уилер Дональд. – Москва : Альпина Паблишер, 2020. – 409 с.

76 Адлер, Ю. Практическое руководство по статистическому управлению процессами / Ю. Адлер, В. Шпер. – Москва : Альпина Паблишер, 2019. – 234 с.

77 ГОСТ Р ИСО 7870-1-2011 Статистические методы. Контрольные карты. Часть 1. Общие принципы. – Введ. 01.12.12. – Москва : Стандартиформ, 2012. – 15 с.

78 ГОСТ Р ИСО 7870-2-2015 Статистические методы. Контрольные карты. Часть 2. Контрольные карты Шухарта. – Введ. 01.12.16. – Москва : Стандартиформ, 2019. – 46 с.

79 ГОСТ Р ИСО 28640-2012. Статистические методы. Генерация случайных чисел. – Введ. 01.12.13. – Москва : Стандартиформ, 2014. – 40 с.

80 Wonderware [Электронный ресурс] : Historian // Официальный сайт Wonderware. – Режим доступа: <https://www.wonderware.ru/industrial-information-management/historian/>

81 Klinkmann [Электронный ресурс] : Продукты для управления производственной информацией // Официальный сайт Klinkmann. – Режим

доступа: <https://www.klinkmann.ru/products/wonderware/produkty-dlya-upravleniya-proizvodstvennoy-informatsiey/wonderware-historian/>

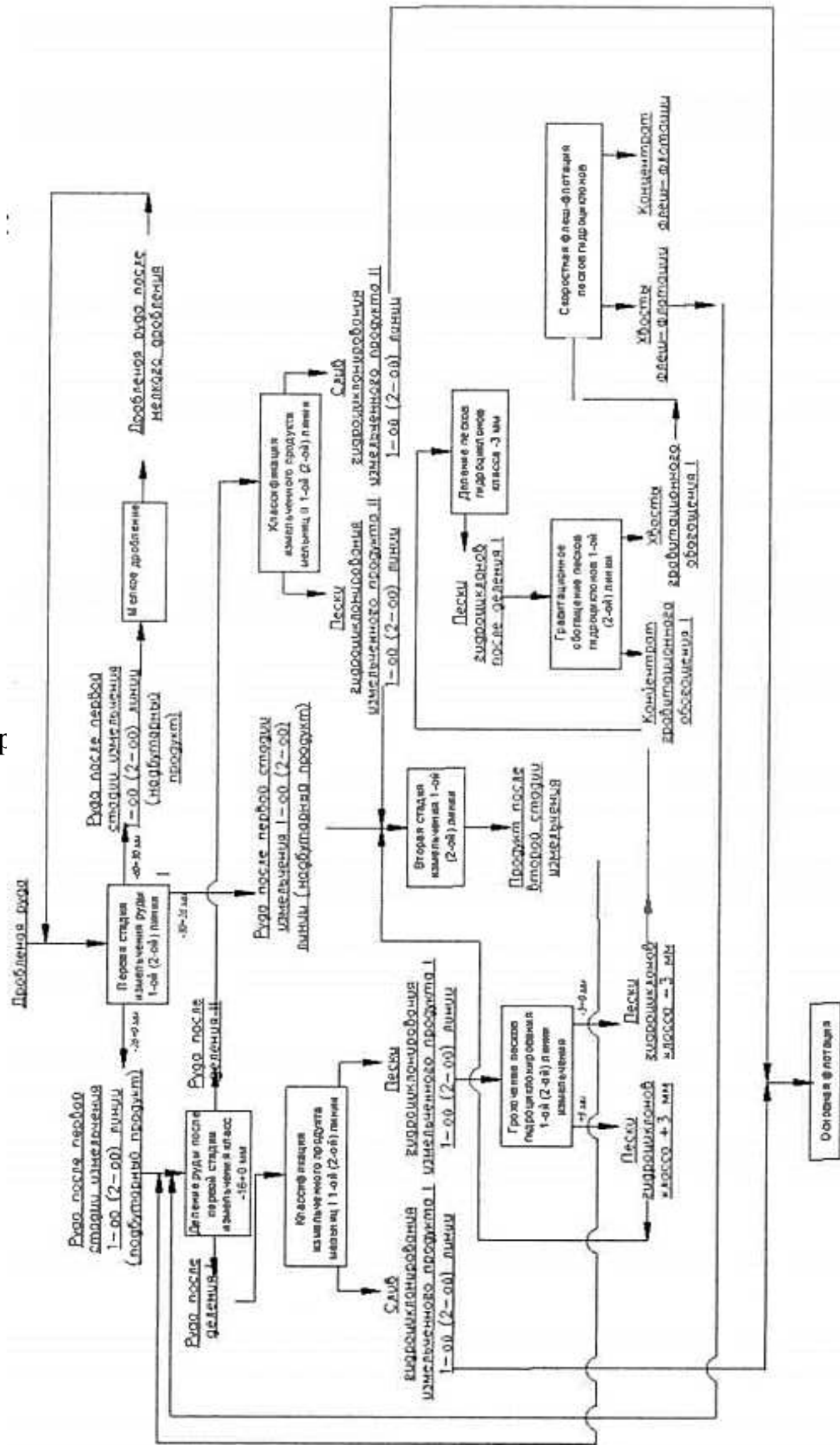
82 Руководство по администрированию архивирования Industrial SQL Server 9.0 / Klinkmann Красноярск-Москва, 2006. – 206 с.

83 Общее описание архиватора Industrial SQL Server 9.0 / Klinkmann Красноярск-Москва, 2006. – 206 с.

84 Microsoft. [Электронный ресурс] : Руководства по SQL Server // Официальный сайт Microsoft. – Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/sql/sql-server/tutorials-for-sql-server-2016?view=sql-server-ver15>

85 СТО 4.2–07–2014 Система менеджмента качества. Общие требования построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности. – Введ. 09.01.2014. – Красноярск : ИПК СФУ, 2014. – 60 с.

Ц

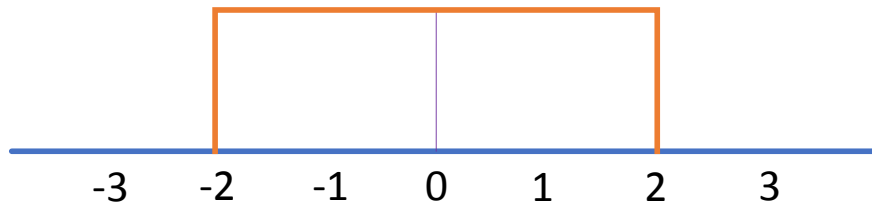


ПРИЛОЖЕНИЕ Б

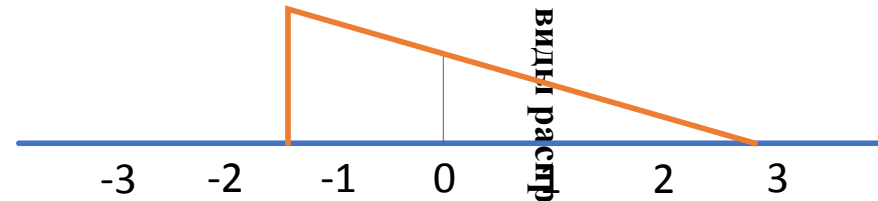
Факторы, влияющие на процесс флотации

Таблица Б.1 – Анализ факторов

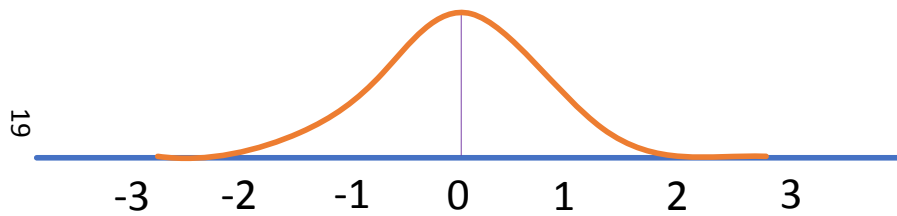
Фактор	Описание
Плотность пульпы	Плотность пульпы влияет на: технологические показатели обогащения – извлечение полезного компонента в концентрат и содержание его в концентрате. Содержание флотируемого минерала в пенном продукте с увеличением плотности непрерывно падает за счет увеличения механического выноса пустой породы.
Аэрированность пульпы	Аэрация необходима для образования воздушных пузырьков. С увеличением аэрации скорость флотации возрастает. С другой стороны, кислород растворенного воздуха оказывает окисляющее действие и влияет на процесс взаимодействия минералов с реагентами, а, следовательно, на результат флотации.
Скорость потока пульпы	Скорость флотации зависит от объема пульпы, подаваемого во флотомашину в единицу времени. При увеличении потока пульпы скорость флотации возрастает, а требуемое время для получения определенного извлечения уменьшается.
Температура пульпы	От температуры среды зависит скорость процесса флотации. С повышением температуры улучшается процесс диспергирования трудно растворимых собирателей, что является одной из главных причин увеличения скорости флотации при подогреве пульпы.
Продолжительность контакта флотореагентов с пульпой	Продолжительность контакта реагента с пульпой перед флотационным обогащением колеблется в широких пределах. При растворимых собирателях для контакта достаточно 1-3 минут.
Интенсивность съема пены	При интенсивности съема пены уменьшается время флотации, необходимое для достижения заданного извлечения. Извлечение увеличивается при постоянном времени флотации за счет интенсивного съема пены. В пенном слое происходит процесс обогащения за счет разрушения пузырьков и выпадения зерен пустой породы. Если снимать концентрат только с верхнего слоя, то качество его будет высокое, а извлечение низкое. При снятии пены по всей высоте слоя в процессе скоростной флотации качество концентрата понизится, а извлечение будет выше.
Крупность минеральных частиц в питании	С увеличением крупности минеральной частицы требуется большая подъемная сила воздушного пузырька, что на практике не всегда достижимо.
рН пульпы	Отклонение рН пульпы от нормативного значения приводит к ухудшению показателей флотации, а именно, к снижению пенообразования, выхода флотоконцентрата и извлечения золота.
Продолжительность процесса флотации	В первый период флотации извлечение минерала растет пропорционально времени, а затем прирост извлечения замедляется и приближается к некоторому определенному значению. Извлечение 100 % недостижимо, т.к. часть полезного компонента всегда тесно связана с пустой породой химически или в виде нефлотирующихся сростков. Если все зерна полезного компонента свободны, извлечение практически достигает 100 %. Качество концентрата с увеличением времени флотации непрерывно снижается.



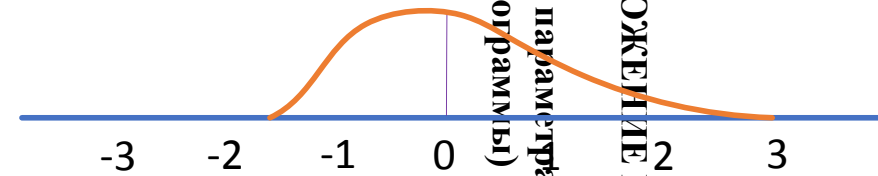
Равномерное распределение



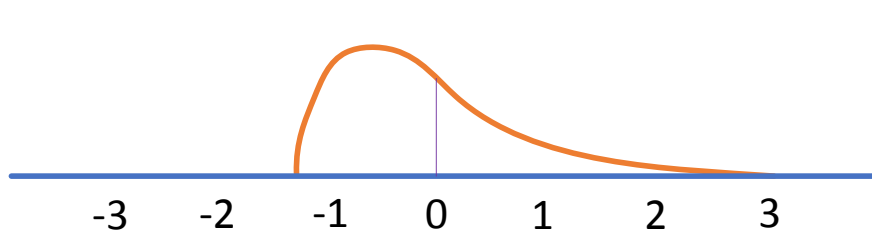
Правое треугольное распределение



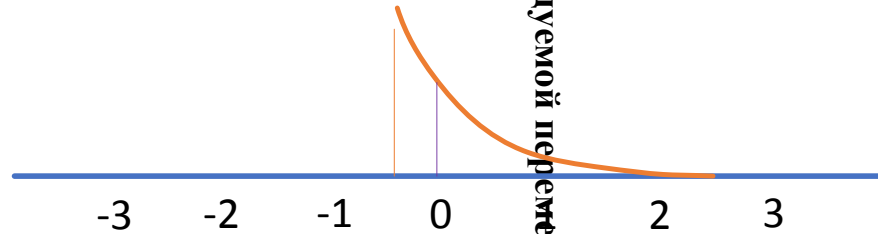
Нормальное распределение



Распределение Берра



χ^2 распределение с двумя степенями свободы

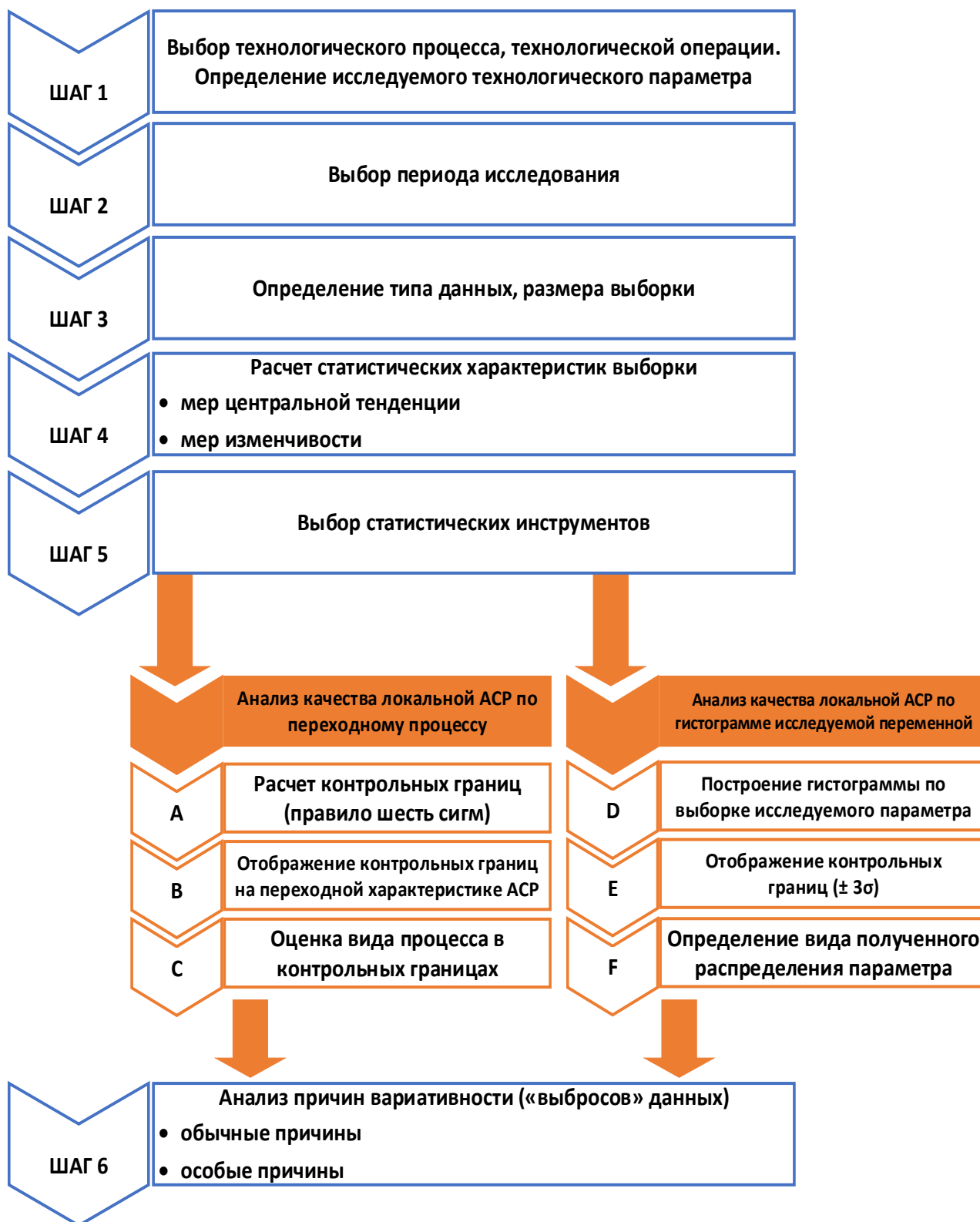


Экспоненциальное распределение

Основные виды распределений параметров (гистограммы) в приложении В

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Методика анализа качества локальных контуров регулирования



Запрос, сформированный в SQL Server, участок скоростная флотация.

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

SQLQuery5.sql - og...S\TachevEV (136)*

```

select p.Name, * from
Parameter_History_Requests a
inner join
Parameter_History_Requests_TempData b
on
a.Id_Guid_TempData = b.Id_Guid
inner join
Parameter p
on
a.Id_Parameter = p.Id
where Id_Guid = '999283A8-4857-4CB0-8A42-7F0AAA624A6A'
    
```

100 %

	Name	Id	Id_Parameter	StartDate	EndDate	Resolution	Id_Guid_TempData	RequestDate	Id_Guid	History_Time	History_Value
1	Подана воздуха в флешротацию	63-2	192	36	2020-06-01 19:30:00.000	2020-06-02 19:30:00.000	30000	999283A8-4857-4CB0-8A42-7F0AAA624A6A	2020-06-23	2020-06-02 03:36:00.000	456.66955664063
2	Подана воздуха в флешротацию	63-2	192	36	2020-06-01 19:30:00.000	2020-06-02 19:30:00.000	30000	999283A8-4857-4CB0-8A42-7F0AAA624A6A	2020-06-23	2020-06-02 03:36:30.000	454.372833251953
3	Подана воздуха в флешротацию	63-2	192	36	2020-06-01 19:30:00.000	2020-06-02 19:30:00.000	30000	999283A8-4857-4CB0-8A42-7F0AAA624A6A	2020-06-23	2020-06-02 03:37:00.000	450.792114257813
4	Подана воздуха в флешротацию	63-2	192	36	2020-06-01 19:30:00.000	2020-06-02 19:30:00.000	30000	999283A8-4857-4CB0-8A42-7F0AAA624A6A	2020-06-23	2020-06-02 03:37:30.000	454.39089958203
5	Подана воздуха в флешротацию	63-2	192	36	2020-06-01 19:30:00.000	2020-06-02 19:30:00.000	30000	999283A8-4857-4CB0-8A42-7F0AAA624A6A	2020-06-23	2020-06-02 03:38:00.000	451.280395507813
6	Подана воздуха в флешротацию	63-2	192	36	2020-06-01 19:30:00.000	2020-06-02 19:30:00.000	30000	999283A8-4857-4CB0-8A42-7F0AAA624A6A	2020-06-23	2020-06-02 03:38:30.000	451.153778076172
7	Подана воздуха в флешротацию	63-2	192	36	2020-06-01 19:30:00.000	2020-06-02 19:30:00.000	30000	999283A8-4857-4CB0-8A42-7F0AAA624A6A	2020-06-23	2020-06-02 03:39:00.000	451.171875
8	Подана воздуха в флешротацию	63-2	192	36	2020-06-01 19:30:00.000	2020-06-02 19:30:00.000	30000	999283A8-4857-4CB0-8A42-7F0AAA624A6A	2020-06-23	2020-06-02 03:39:30.000	445.728454589844
9	Подана воздуха в флешротацию	63-2	192	36	2020-06-01 19:30:00.000	2020-06-02 19:30:00.000	30000	999283A8-4857-4CB0-8A42-7F0AAA624A6A	2020-06-23	2020-06-02 03:40:00.000	449.471923828125
10	Подана воздуха в флешротацию	63-2	192	36	2020-06-01 19:30:00.000	2020-06-02 19:30:00.000	30000	999283A8-4857-4CB0-8A42-7F0AAA624A6A	2020-06-23	2020-06-02 03:40:30.000	451.931427001953
11	Подана воздуха в флешротацию	63-2	192	36	2020-06-01 19:30:00.000	2020-06-02 19:30:00.000	30000	999283A8-4857-4CB0-8A42-7F0AAA624A6A	2020-06-23	2020-06-02 03:41:00.000	447.211395263672
12	Подана воздуха в флешротацию	63-2	192	36	2020-06-01 19:30:00.000	2020-06-02 19:30:00.000	30000	999283A8-4857-4CB0-8A42-7F0AAA624A6A	2020-06-23	2020-06-02 03:41:30.000	446.614593505859
13	Подана воздуха в флешротацию	63-2	192	36	2020-06-01 19:30:00.000	2020-06-02 19:30:00.000	30000	999283A8-4857-4CB0-8A42-7F0AAA624A6A	2020-06-23	2020-06-02 03:42:00.000	451.171875
14	Подана воздуха в флешротацию	63-2	192	36	2020-06-01 19:30:00.000	2020-06-02 19:30:00.000	30000	999283A8-4857-4CB0-8A42-7F0AAA624A6A	2020-06-23	2020-06-02 03:42:30.000	437.138305664063
15	Подана воздуха в флешротацию	63-2	192	36	2020-06-01 19:30:00.000	2020-06-02 19:30:00.000	30000	999283A8-4857-4CB0-8A42-7F0AAA624A6A	2020-06-23	2020-06-02 03:43:00.000	450.611267089844
16	Подана воздуха в флешротацию	63-2	192	36	2020-06-01 19:30:00.000	2020-06-02 19:30:00.000	30000	999283A8-4857-4CB0-8A42-7F0AAA624A6A	2020-06-23	2020-06-02 03:43:30.000	450.086791992188
17	Подана воздуха в флешротацию	63-2	192	36	2020-06-01 19:30:00.000	2020-06-02 19:30:00.000	30000	999283A8-4857-4CB0-8A42-7F0AAA624A6A	2020-06-23	2020-06-02 03:44:00.000	431.495941162109
18	Подана воздуха в флешротацию	63-2	192	36	2020-06-01 19:30:00.000	2020-06-02 19:30:00.000	30000	999283A8-4857-4CB0-8A42-7F0AAA624A6A	2020-06-23	2020-06-02 03:44:30.000	434.497985639844

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Фрагмент программного кода на языке HTML для построение ленточного графика вкладки «Анализ работы»

```
@using DevExpress.Data.Filtering
@{
    Html.DevExpress().GridView(settings =>
    {
        settings.Name = "gridManualAutoWorkTable";
        settings.KeyFieldName = "Id";
        settings.Width = Unit.Percentage(100);
        settings.CallbackRouteValues = new
        {
            Controller = "AnalysisHistory",
            Action = "ReportTable_ManualAutoWorkTablePartial",
            StartDate = ViewBag.StartDate,
            EndDate = ViewBag.EndDate,
            Id_Tag = ViewBag.Id_Tag
        };
        settings.Settings.ShowHeaderFilterButton = true;
        settings.ControlStyle.Border.BorderWidth =
System.Web.UI.WebControls.Unit.Pixel(0);
        settings.ControlStyle.BorderBottom.BorderWidth =
System.Web.UI.WebControls.Unit.Pixel(1);
        settings.SettingsPager.PageSize = 30;

        settings.Columns.Add(c =>
        {
            c.FieldName = "Id";
            c.Caption = "#";
            //c.ReadOnly = true;
            c.EditFormSettings.Visible = DefaultBoolean.False;
            c.Settings.AllowAutoFilter = DefaultBoolean.False;
            c.Settings.AllowHeaderFilter = DefaultBoolean.False;
            c.Settings.AllowGroup = DefaultBoolean.False;
            c.Width = 60;
        });

        settings.Columns.Add(c =>
        {
            c.FieldName = "Tag_Name";
            c.Caption = "Имя";
```

```

        c.MinWidth = 200;
    });

    settings.Columns.Add(c =>
    {
        c.FieldName = "Tag_TagName";
        c.Caption = "Тэг";
        c.Width = 300;
        c.Visible = false;
    });

    settings.Columns.Add(c =>
    {
        c.FieldName = "Shift_Date";
        c.Caption = "Дата смены";
        c.ColumnType = MVCxGridViewColumnType.DateEdit;
        (c.PropertiesEdit as DateEditProperties).TimeSectionProperties.Visible =
false;
        //(c.PropertiesEdit as DateEditProperties).ClientInstanceName =
"ddShift_Date";
        c.Width = 80;

    });

    settings.Columns.Add(c =>
    {
        c.FieldName = "Shift_Name";
        c.Caption = "Смена";
        c.Width = 60;

    });

    settings.Columns.AddBand(b =>
    {
        b.Caption = "Данные состояния";
        b.HeaderStyle.HorizontalAlign = HorizontalAlign.Center;
        b.Columns.Add(c =>
        {
            c.FieldName = "Status_Name";
            c.Caption = "Режим работы";
            c.Width = 200;
        });
        b.Columns.Add(c =>
        {

```

```

        c.FieldName = "Fact_Start_Trans";
        c.Caption = "Дата начала(Факт)";
        c.ColumnType = MVCxGridViewColumnType.DateEdit;
        (c.PropertiesEdit as DateEditProperties).DisplayFormatString =
"dd.MM.yyyy HH:mm:ss";
        (c.PropertiesEdit as DateEditProperties).EditFormatString =
"dd.MM.yyyy HH:mm:ss";
        (c.PropertiesEdit as
DateEditProperties).TimeSectionProperties.Visible = true;
        c.Width = 150;
        c.Visible = false;
    });
    b.Columns.Add(c =>
    {
        c.FieldName = "Fact_End_Trans";
        c.Caption = "Дата окончания(Факт)";
        c.ColumnType = MVCxGridViewColumnType.DateEdit;
        (c.PropertiesEdit as DateEditProperties).DisplayFormatString =
"dd.MM.yyyy HH:mm:ss";
        (c.PropertiesEdit as DateEditProperties).EditFormatString =
"dd.MM.yyyy HH:mm:ss";
        (c.PropertiesEdit as
DateEditProperties).TimeSectionProperties.Visible = true;
        c.Width = 150;
        c.Visible = false;
    });
    b.Columns.Add(c =>
    {
        c.FieldName = "Start_Trans";
        c.Caption = "Дата начала";
        c.ColumnType = MVCxGridViewColumnType.DateEdit;

        (c.PropertiesEdit as DateEditProperties).DisplayFormatString =
"dd.MM.yyyy HH:mm:ss";
        (c.PropertiesEdit as DateEditProperties).EditFormatString =
"dd.MM.yyyy HH:mm:ss";
        (c.PropertiesEdit as
DateEditProperties).TimeSectionProperties.Visible = true;
        c.Width = 150;
    });
    b.Columns.Add(c =>
    {
        c.FieldName = "End_Trans";
        c.Caption = "Дата окончания";

```



```

        c.ColumnType = MVCxGridViewColumnType.DateEdit;
        (c.PropertiesEdit as DateEditProperties).DisplayFormatString =
"dd.MM.yyyy HH:mm:ss";
        (c.PropertiesEdit as DateEditProperties).EditFormatString =
"dd.MM.yyyy HH:mm:ss";
        (c.PropertiesEdit as
DateEditProperties).TimeSectionProperties.Visible = true;
        c.Width = 150;
    });
    b.Columns.Add(c =>
    {
        c.FieldName = "Duration";
        c.Caption = "Продолжительность";
        c.ColumnType = MVCxGridViewColumnType.SpinEdit;
        (c.PropertiesEdit as SpinEditProperties).NumberFormat =
SpinEditNumberFormat.Number;
        (c.PropertiesEdit as SpinEditProperties).DisplayFormatString =
"0.##";
        c.Width = 90;
    });
    settings.Columns.Add(c =>
    {
        c.FieldName = "Confirmed_Flag";
        c.Caption = "Подтверждено";
        c.ColumnType = MVCxGridViewColumnType.CheckBox;
        //(c.PropertiesEdit as DateEditProperties).ClientInstanceName =
"ddShift_Date";
        c.Width = 60;
    });
    settings.Settings.ShowFilterBar = GridViewStatusBarMode.Visible;
    settings.HtmlDataCellPrepared = (sender, e) =>
    {
        string Status_Name = e.GetValue("Status_Name").ToString();
        if (e.DataColumn.FieldName == "Status_Name" ||
e.DataColumn.FieldName == "Duration")
            if (Status_Name == "Ручной режим")
                e.Cell.BackColor = System.Drawing.Color.FromArgb(245, 245,
245);
            else
                e.Cell.BackColor = System.Drawing.Color.FromArgb(152, 251,
152);
    };
    settings.ProcessColumnAutoFilter = (s, e) =>

```

```

{
    if (e.Column.FieldName == "Shift_Date")
        if (e.Kind == GridViewAutoFilterEventKind.CreateCriteria)
            {
                String dates = e.Value;
                if (!string.IsNullOrEmpty(dates))
                    {
                        DateTime dateFrom = Convert.ToDateTime(dates);
                        e.Criteria = (new OperandProperty("Shift_Date") >= dateFrom)
& (new OperandProperty("Shift_Date") <= dateFrom);
                    }
                else
                    e.Criteria = null;
            }
};
settings.SettingsExport.EnableClientSideExportAPI = true;
settings.SettingsExport.ExcelExportMode =
DevExpress.Export.ExportType.Default;
settings.SettingsExport.FileName = "Данные по контуру рег-я";
settings.Toolbars.Add(t =>
{
    //t.SettingsAdaptivity.Enabled = true;
    //t.SettingsAdaptivity.EnableCollapseRootItemsToIcons = true;
    t.EnableAdaptivity = true;
    //t.Items.Add(GridViewToolbarCommand.ExportToPdf);
    t.Items.Add(GridViewToolbarCommand.ExportToXls);
    t.Items.Add(GridViewToolbarCommand.ExportToXlsx);
    //t.Items.Add(GridViewToolbarCommand.ExportToDocx);
    //t.Items.Add(GridViewToolbarCommand.ExportToRtf);
    t.Items.Add(GridViewToolbarCommand.ExportToCsv);
});
}

```

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Фрагмент программного кода на языке HTML для построения карты индивидуальных значений вкладки «Анализ параметров»

```
@using DevExtreme.AspNet.Mvc.Factories;
@using DevExtreme.AspNet.Mvc.Builders;

@* @model
List<ItsControlModules.Models.get_data_from_AnalysisParameter_Distribution
DensityType3_Result>* @
@model ItsControlModules.Models.Model_ReportParameter

@functions {

    //Сигма в процентах
    string CustomizeTextLabel(int Sigma)
    {
        string Val_Sigma = "";

        if (Sigma == 1)
            Val_Sigma=
Convert.ToString(Model.PercentValSigma_1).Replace(",", ".");
        else if (Sigma == 2)
            Val_Sigma=
Convert.ToString(Model.PercentValSigma_2).Replace(",", ".");
        else if (Sigma == 3)
            Val_Sigma=
Convert.ToString(Model.PercentValSigma_3).Replace(",", ".");
        string Result_FuncJs = string.Format("CustomizeTextLabel(this,
{0})", Val_Sigma);

        return "function () { return " + Result_FuncJs + "; }";
    }
}

<style>
    /*#ByScrollBody{
        position: relative;
    }*/
</script>

function CustomizeTextLabel(agr, Sigma) {
```

```

        return agr.argumentText + ": " + Sigma + "%";
    }

    var IsStart = 0;

    function fn(arg) {
        //Свой стиль оформления Tooltip
        var dateString = Date.parse(arg.argumentText);

        var globalize = Globalize,
            date = new Date(dateString),
            monthDayFormatter = globalize.dateFormatter({ date: "short" }),
            hourMinuteSecondFormatter = globalize.dateFormatter({
                skeleton: "Hms" });

        var argument = monthDayFormatter(date) + ' ' +
            hourMinuteSecondFormatter(date);

        var items = arg.valueText.split("\n"),
            color = arg.point.getColor();
        $.each(items, function (index, item) {
            if (item.indexOf(arg.seriesName) === 0)
                items[index] = $("<div class='series-
                name'>").html(item.split(":")[0]).css("color", color).prop("outerHTML") + ": " +
                $("<div class='value-text'>").html(item.split(":")[1]).css("color",
                color).prop("outerHTML");
            else
                items[index] = $("<div class='series-
                name'>").html(item.split(":")[0]).prop("outerHTML") + ": " + $("<div
                class='value-text'>").html(item.split(":")[1]).prop("outerHTML");
        });
        return {
            html: "<div><div class='tooltip-header'>" + argument + "</div>"
+
            "<div class='tooltip-body'>" + items.join("<br />") +
            "</div></div>"
        }
    }

    function Chart_DistributionDensity_CustomizeTooltip(arg) {
        var argument = arg.argument;

```

```

var items = arg.valueText.split("\n"),
    color = arg.point.getColor();

if (arg.seriesName.match(/&sigma;*/)) {
    arg.seriesName = arg.seriesName.replace("&sigma;", "&#963");
}

$.each(items, function (index, item) {
    if (item.indexOf(arg.seriesName) === 0) {

        if (arg.seriesName.match(/&sigma;*/)) {

            console.log("Нашли сигму");
            var textTooltip = arg.seriesName;

            items[index] = $("<span>")
                .text(textTooltip)
                .addClass("active")
                .css("color", color)
                .prop("outerHTML");
        }
        else {
            items[index] = $("<span>")
                .text(item)
                .addClass("active")
                .css("color", color)
                .prop("outerHTML");
        }
    }
});
return {
    html: "<div><div class='tooltip-header'>" + argument + "</div>"
+
    "<div class='tooltip-body'>" + items.join("<br />") +
"</div></div>"
    }
}
function OnLegendClick(e) {
    e.target.isVisible() ? e.target.hide() : e.target.show();
}
function btnClick_SigmaRange(data) {
    var popup = $("#Popup_SigmaRange").dxPopup("instance");
    popup.option("contentTemplate", $("#template_SigmaRange"));
}

```

```

        popup.show();
    }
    function btnClick_StaticControlError() {
        var popup = $("#Popup_StaticControlError").dxPopup("instance");
        popup.option("contentTemplate",
$("##template_StaticControlError"));
        popup.show();
    }
    function btnClick_DinamicControlError() {var popup =
$("##Popup_DinamicControlError").dxPopup("instance");
        popup.option("contentTemplate",
$("##template_DinamicControlError"));
        popup.show();
    }
    $(function () {
        $(window).scroll(function () {

            if ($(this).scrollTop() >= 115) {
                $('#button-show-table-info').addClass("btn_sticky_top");
                $('#button-show-table-info2').addClass("btn2_sticky_top");
            }
            else {
                $('#button-show-table-info').removeClass("btn_sticky_top");
                $('#button-show-table-info2').removeClass("btn2_sticky_top");
            }
        });
    });
    isVisibleTooltip = false;
    function showTooltip() {

        var tooltip = $("#tooltip").dxTooltip("instance");
        var currentTemplate = $("#tooltip").dxTooltip("show");

        if (!isVisibleTooltip) {
            $("#tooltip").dxTooltip("show");
            isVisibleTooltip = true;
        }
    }
    function OnHidden_tooltip() {
        isVisibleTooltip = false;
    }
}
</script>

```

```

@*<nav id="MyNavBar" class="navbar navbar-inverse navbar-fixed-
top">
  <div class="container-fluid">
    <div class="navbar-header">
      <button type="button" class="navbar-toggle" data-
toggle="collapse" data-target="#myScrollspy">
        <span class="icon-bar"></span>
        <span class="icon-bar"></span>
        <span class="icon-bar"></span>
      </button>
      <a class="navbar-brand" href="#">В начало</a>
    </div>
    <div>
      <div class="collapse navbar-collapse" id="myScrollspy">
        <ul class="nav navbar-nav">
          <li><a href="#Chart_1">График плотности</a></li>
          <li><a href="#Chart_2">График процесса</a></li>
          <li><a href="#Table_1">Статистика</a></li>
        </ul>
      </div>
    </div>
  </div>
</nav>
<div id="ByScrollBody" data-spy="scroll" data-target=".navbar">*@
<div id="container_charts" class="container-fluid">
  @(Html.DevExtreme().Button()
  .ID("button-show-table-info")
  .Icon("glyphicon glyphicon-info-sign")
  .OnClick(@<text>
    function showInfo(data) {
      var popup = $("#popup-table-info_chart").dxPopup("instance");
      popup.option("contentTemplate", $("#popup-template-table"));
      popup.show();
    }
  </text>)
  )
  @(Html.DevExtreme().Button()
  .ID("button-show-table-info2")
  .Icon("glyphicon glyphicon-info-sign")

  .OnClick("showTooltip")
  )
  <div id="Chart_1" class="container-fluid">
    @(Html.DevExtreme().Chart()

```

```

.ID("Chart_DistributionDensityType3")
.Title(t => t.Text(ViewBag.ChartName))
.Palette(VizPalette.Vintage)
.Panes(p =>
{
    p.Add().Name("TopPaneValue");
    p.Add().Name("BottomPaneUstavka");
})
.DefaultPane("TopPaneValue")
.CommonSeriesSettings(s => s
    .ArgumentField("Group_Value")
    .Bar(b => b.MinBarSize(10))
    .Option("barPadding", 0.01)
    .Type(SeriesType.Bar)
)
.Series(s =>
{

```

```

s.Add().Pane("TopPaneValue").Axis("Axis_Count_Fact").Type(SeriesType.Area)
.Name("-3 &sigma; 3")
    .Label(l => l
        .CustomizeText(CustomizeTextLabel(3))
        .Visible(true)
        .Font(f => f.Size(16)))
    .ValueField("Sigma_3_Percent")
    .Color("#cc0000")
    .Opacity(0.2)
    .IgnoreEmptyPoints(true);

```

```

s.Add().Pane("TopPaneValue").Axis("Axis_Count_Fact").Type(SeriesType.Area)
.Name("-2 &sigma; 2")
    .Label(l => l
        .CustomizeText(CustomizeTextLabel(2))
        .Visible(true)
        .Font(f => f.Color("#000000")
            .Size(16)))
    .ValueField("Sigma_2_Percent")
    .Color("#00cc00")
    .Opacity(0.2)
    .IgnoreEmptyPoints(true);

```

```

s.Add().Pane("TopPaneValue").Axis("Axis_Count_Fact").Type(SeriesType.Area)
.Name("-1 &sigma; 1")
    .Label(l => l

```



```

        .CustomizeText(CustomizeTextLabel(1))
        .Visible(true)
        .Font(f => f.Color("#000000")
            .Size(16)))
        .ValueField("Sigma_1_Percent")
        .Color("#00cc00")
        .Opacity(0.2)
        .IgnoreEmptyPoints(true);

s.Add().Pane("TopPaneValue").Axis(
"Axis_Count_Fact").Type(SeriesType.Bar).Name("Распределение значений")
    .Color("#00877D") //ff0000

        .ValueField("Count_Value")
        .Option("barPadding", 0.01)
        .IgnoreEmptyPoints(true);

a.Title("Константы").ConstantLines(c =>
{
    if (Model.ConstPermissibleMin != null)
        c.Add().Label(l                                     =>
l.Position(DevExtreme.AspNet.Mvc.RelativePosition.Outside).Text("Мин.
Допустимое"))
            .Value(Model.ConstPermissibleMin)
            .Color("#ADFF2F")
            .DashStyle(DevExtreme.AspNet.Mvc.DashStyle.Dash)
            .Width(1);
    if (Model.ConstPermissibleMax != null)
        c.Add().Label(l                                     =>
l.Position(DevExtreme.AspNet.Mvc.RelativePosition.Outside).Text("Max.
Допустимое"))
            .Value(Model.ConstPermissibleMax)
            .Color("#ADFF2F")
            .DashStyle(DevExtreme.AspNet.Mvc.DashStyle.Dash)
            .Width(1);
    if (Model.ConstDangerousMin != null)
        c.Add().Label(l                                     =>
l.Position(DevExtreme.AspNet.Mvc.RelativePosition.Outside).Text("Мин.
Аварийное"))
            .Value(Model.ConstDangerousMin)
            .Color("#FF0000")
            .DashStyle(DevExtreme.AspNet.Mvc.DashStyle.Dash)
            .Width(1);
}

```

```

        if (Model.ConstDangerousMax != null)
            c.Add().Label(l                                     =>
1.Position(DevExtreme.AspNet.Mvc.RelativePosition.Outside).Text("Max.
Аварийное"))
                .Value(Model.ConstDangerousMax)
                .Color("#FF0000")
                .DashStyle(DevExtreme.AspNet.Mvc.DashStyle.Dash)
                .Width(1);
            });
        })
        </text>)*@
    )
</div>

<div id="Chart_2" class="container-fluid">
    @Html.Partial("ReportParameter_Process", Model)
</div>
</div>
@*My(HorizontalAlignment.Right, VerticalAlignment.Top)*@
@(Html.DevExtreme().Popup()
    .ID("popup-table-info_chart")
    //.Position(p => p.)
    .Width(1000)
    .Height(500)
    .ShowTitle(true)
    .Title("Статистические характеристики")
    .Visible(false)
    .DragEnabled(true)
    .ResizeEnabled(true)
    .CloseOnOutsideClick(true)
)
@(Html.DevExtreme().Tooltip()
    .ID("tooltip")
    .Width(1000)
    .Height(500)
    .Position(p                                     =>           p.My(HorizontalAlignment.Center,
VerticalAlignment.Top).Offset(200,-350))
    .CloseOnOutsideClick(true)
    .OnHidden("OnHidden_tooltip")
    .ContentTemplate(new TemplateName("popup-template-table"))
)

@using (Html.DevExtreme().NamedTemplate("popup-template-table"))
{

```

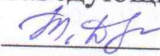
```
<div id="Table_Info_Chart" class="container-fluid">
  @*<h2 style="position:center;font-size:8px">
    Статистические данные
  </h2>*@
  @Html.Partial("ReportParameter_Table",Model)
</div>
}
@*</div>*@
```

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт цветных металлов и материаловедения
Кафедра «Автоматизация производственных процессов в металлургии»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 Т.В. Донцова

подпись


« 8 » июля 2020 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Разработка программно-алгоритмического обеспечения для анализа
качества контуров регулирования технологических параметров процессов
обогащения

Направление 27.04.04 Управление в технических системах
Магистерская программа 27.04.04.02 Автоматизация и управление
техническими системами в металлургии

Руководитель


01.07.2020
подпись, дата

доцент, канд. техн. наук

В.А. Осипова

Выпускник


подпись, дата

Я.О. Грицаюк


Рецензент


подпись, дата

зав. каф. АПП
ФГБОУ ВО «СибГУНиТ»
им. ак. М.Ф. Решетнёва,
канд. техн. наук, доцент

П.М. Гофман

Нормоконтролер


01.07.2020
подпись, дата

В.А. Осипова

Красноярск 2020