

На правах рукописи

Чайковская Ирина Николаевна

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ И АЛГОРИТМА РАСЧЕТА НОРМ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ
НА УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

05.13.10 – управление в социальных и экономических системах

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Барнаул 2007

Диссертационная работа выполнена на кафедре горных машин и комплексов ГОУ ВПО Кузбасского государственного технического университета и в Новокузнецком филиале-институте ГОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»

Научный руководитель:

кандидат технических наук, доцент
Антонов Юрий Анатольевич

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор
Байкалов Семен Петрович
кандидат технических наук, профессор
Буторин Владимир Константинович

Ведущая организация:

Институт угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово

Защита диссертации состоится 12 ноября 2007г. в 10-00 на заседании регионального диссертационного совета КМ 212.004.01 при ГОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» по адресу: г. Барнаул, пр. Ленина, 46

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова».

Автореферат разослан _____ 2007г.

Ученый секретарь регионального
диссертационного совета
кандидат экономических наук, доцент

А.Г. Блем

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. В рыночной экономике деятельность угольного предприятия, ориентированная на рентабельное хозяйствование, предполагает принятие рациональных управленческих решений, основой которых служит эффективное нормирование. Система разработки и применения норм играет значительную роль в повышении эффективности использования ресурсов организации, особенно в отношении дорогостоящих активов. В настоящее время на угледобывающих предприятиях Кузнецкого угольного бассейна, в том числе в ОАО «УК «Южкузбассуголь» происходит интенсивное перевооружение предприятий на современную и высокопроизводительную технику, большая часть которой зарубежного производства. Высокая стоимость оборудования должна компенсироваться более высокой производительностью и надежностью. В связи с этим решение проблемы рационализации нормирования горношахтного оборудования предприятия, его качественных характеристик и структуры, играет важную роль в развитии угольных предприятий.

Действовавшая ранее система нормирования на угольных предприятиях во многом сохранилась. В современных условиях она на значительной части предприятий слабо трансформировалась в соответствии с требованиями рыночной экономики и является формальным элементом системы управления. Поэтому необходима существенная модификация системы нормирования, требуется переосмысление роли и места нормирования в производственном менеджменте угледобывающих предприятий, усиление социальной направленности норм, повышения уровня научного обоснования норм на основе комплексного анализа и системно-ситуационного подхода. В этой связи целесообразным является совершенствование методик разработки норм с применением экономико-математических моделей и автоматизированных средств учета, анализа и формирования норм.

Существующие методики расчета производительности горношахтного оборудования не в полной мере отвечают современным условиям. Нормативные значения коэффициентов использования оборудования преимущественно принимаются на основе отчетной информации без учета влияния основных факторов и анализа причин, влияющих на продолжительность простоев оборудования.

Использование современных методов обработки информации нормообразующих показателей, а также создание и совершенствование методов и способов ведения современной нормативной базы является важной научной и практической задачей. Это определяет актуальность исследования.

Состояние и степень научной разработанности проблемы. Различные аспекты исследуемой проблемы, связанные с экономическими последствиями использования научно обоснованных норм и нормативов в хозяйственной деятельности предприятий, совершенствования управления нормированием на разных уровнях народного хозяйства рассматривались в научных трудах Г.В. Быстрова, А.Д. Гальцова, Б.М. Генкина., К.Т. Джурабаева, В.Г. Макушина, С.С. Новожилова, Г. И. Образцова, Ю.Г. Одегова, Ю.С. Перевощикова, П.Ф. Петроченко, А.А. Пригарина, Я.М. Пунского, В.М. Рысса, Г.Э. Слезингера, А.Р. Сочинского, И.И. Шапиро, М.М. Шахназарова, С.И. Шкурко. Разработки данных авторов являются прямым продолжением теоретических и практических исследований основателей научного управления и нормирования, к которым можно отнести А.К. Гастева, Ф. и Л. Гилбретов, О.А. Ерманского, П.М. Керженцева, М. Сегура, Ф.У. Тейлора, А. Файоля, Г. Форда, Г. Эмерсона.

Разработка и применение отечественной системы микроэлементного нормирования для расчета норм и нормативов была реализована такими учеными, как Б.Н. Игумнов, В.И. Иоффе, Р.П. Миусскова, М.Е. Сандуленко.

В работе использовались отдельные положения научных трудов А.Ф. Аксеновко, Б.Я. Лисянского, А.Б. Логова, Л.Л. Майзеля, Т.Т. Мукашева, Х. Юрка, обосновывающие необходимость применения новых методов и средств разработки и повышения научной обоснованности норм и нормативов в современных условиях возрастающей роли управления.

Несмотря на значительный вклад отмеченных авторов в разработку вопросов управления и нормирования остаются проблемы, от решения которых во многом зависит состояние нормирования и использование горношахтного оборудования. Это недостаточная глубина исследования природы норм и нормативов, их роли в деятельности предприятия, замена традиционно принудительного механизма установления норм на механизм внедрения научно обоснованных норм и нормативов, перенос центра тяжести в работе по нормированию использования горношахтного оборудования с ручных и машинно-ручных операций на автоматизированные и компьютеризированные работы, расширение практики нормирования и расчета норм при помощи вычислительной техники.

Все это привело к необходимости исследования объективных предпосылок формирования и внедрения системы научно обоснованных норм, систематизации их свойств и функций на основе переосмысления роли норм использования горношахтного оборудования в экономической деятельности угольных предприятий.

Цель диссертационной работы заключается в разработке методов и алгоритмов формирования норм использования горношахтного оборудования на предприятиях угледобывающей промышленности.

Для достижения поставленной цели необходимо решение **ряда задач**:

1. На основе системного анализа исследовать процессы разработки норм использования горношахтного оборудования в угледобывающей промышленности.

2. Разработать методику и алгоритм расчета норм использования горношахтного оборудования с применением коэффициента использования оборудования и с учетом особенностей работы технологических звеньев.

3. Разработать методику выбора и настройки прогнозирующих фильтров нормообразующих показателей на основе их ретроспективных временных рядов.

4. Разработать рекомендации, положения и требования к автоматизированной системе расчета норм использования горношахтного оборудования.

5. Оценить эффективность внедрения автоматизированной системы расчета норм использования горношахтного оборудования.

Объектом исследования являются угольные предприятия ОАО «УК «Южкузбассуголь».

Предметом исследования является подсистема нормирования как элемент системы планирования угольных предприятий ОАО «УК «Южкузбассуголь».

Теоретическая и методологическая основы исследования.

Теоретической основой исследования явились труды зарубежных и отечественных ученых в области разработки норм и нормативов.

Информационной базой исследования являются законы Российской Федерации, законодательные и нормативные акты Президента и Правительства Российской Федерации, других органов власти.

При подготовке диссертации использовались материалы научно-практических конференций, семинаров, методических рекомендаций ЦНИЭИ-уголь, МГГУ, ОАО «УК «Южкузбассуголь», ВНИИгидроуголь и угольных объединений Кузбасса, а также данные органов государственной статистики, документы первичной отчетности угольных предприятий, факты, опубликованные в научной литературе и периодической печати, отраслевые стандарты и рекомендации.

Достоверность и обоснованность полученных в диссертации результатов обеспечена использованием системно-ситуационного подхода, сравнительного, статистического анализа, методов математической статистики, экономико-математических методов, методов структурного и функционального анализа, графического анализа.

Научная новизна работы заключается:

1. В предложении методики расчета норм использования горношахтного оборудования, отличающаяся комплексным учетом данных хронометражных наблюдений, коэффициента использования оборудования и анализа влияния причин простоев.

2. В разработке алгоритма, обеспечивающего оптимальное прогнозирование нормообразующих показателей на основе критерия минимума среднеквадратичного отклонения временных рядов.

3. В разработке элементов информационной системы для автоматизированного расчета норм, ориентированной на повышение эффективности учета и анализа простоев оборудования.

4. В комплексном применении предложенных экономико-математических методов и технических средств для совершенствования методов нормирования и повышения обоснованности норм использования горношахтного оборудования.

Теоретическая и практическая значимость работы состоит в возможности использования предложенных методик для планирования добычи угля с учетом простоев горношахтного оборудования и расчета коэффициентов экстенсивного использования для технологических схем угольных шахт на базе автоматизированной системы нормирования, обеспечивающих контроль простоев оборудования и выявление слабых звеньев технологических схем.

Апробация результатов исследования. Основные выводы и практические рекомендации использованы при планировании объемов финансирования производственных программ и материально-технического снабжения шахт ОАО «УК «Южкузбассуголь», в учебных дисциплинах горных специальностей Сибирского государственного индустриального университета (г. Новокузнецк), в дисциплинах экономических специальностей Кузбасского государственного технического университета и Московского государственного открытого университета.

На защиту выносятся:

1. Методика учета и анализа простоев, разработанная на основе существующих методов проведения хронометражных наблюдений.

2. Результаты расчета коэффициента использования горношахтного оборудования, полученные с помощью методики расчета использования оборудования.

3. Алгоритм выбора и настройки прогнозирующих фильтров нормообразующих показателей на основе их ретроспективных временных рядов, обеспечивающий их оптимальное прогнозирование на основе критерия минимума среднеквадратичного отклонения временных рядов.

Публикации. По теме исследования опубликовано 10 научных работ общим объемом 2,27 п.л, в том числе 1 статья в изданиях, рекомендованных ВАК России.

Структура и объем диссертационной работы обусловлена общим замыслом, логикой исследования и отражает реализацию поставленной цели и задач.

Диссертация изложена на 126 страницах, состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы, включает 7 таблиц, 28 рисунков, 5 приложений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность проблемы, сформулированы цель, и основные задачи исследования.

В первой главе «Теоретические аспекты разработки норм в современных условиях» рассмотрен системный подход к нормированию на угледобывающих предприятиях, связанные с необходимостью переосмысления роли и места норм в управлении экономикой предприятия; проанализированы состояние, подходы и методы разработки норм использования горношахтного оборудования; определены основные направления совершенствования базы нормативной информации угледобывающего предприятия как элемента системы нормирования на предприятии на основе выявленных недостатков.

Предпосылкой оптимального управления производством является качественное планирование. На основе стратегического планирования предприятие принимает решения, осуществляя анализ «дерева решений» (рис. 1).



Рисунок 1 Планирование на основе анализа «дерева решений»

Изученные теоретические вопросы стратегического планирования свидетельствуют, что одним из действенных инструментов, позволяющим на уровне угольного предприятия компетентно и экономически обоснованно осуществлять управленческие воздействия, направленные на рост производительности труда, повышение эффективности производства, является комплекс норм.

Под нормой в работе понимается предельно допустимая (максимальная или минимальная) величина расходования какого-либо ресурса на единицу продукции.

Ведущим элементом в угледобывающем производстве, определяющем его масштабы, являются основные фонды, поэтому важно установить количественную

зависимость эффективности производства от эффективности использования имеющихся основных фондов, особенно их активной части. Улучшение применения горношахтного оборудования, увеличение добычи угля за счет резервов производства возможно при разработке системы норм использования горношахтного оборудования (рис. 2).

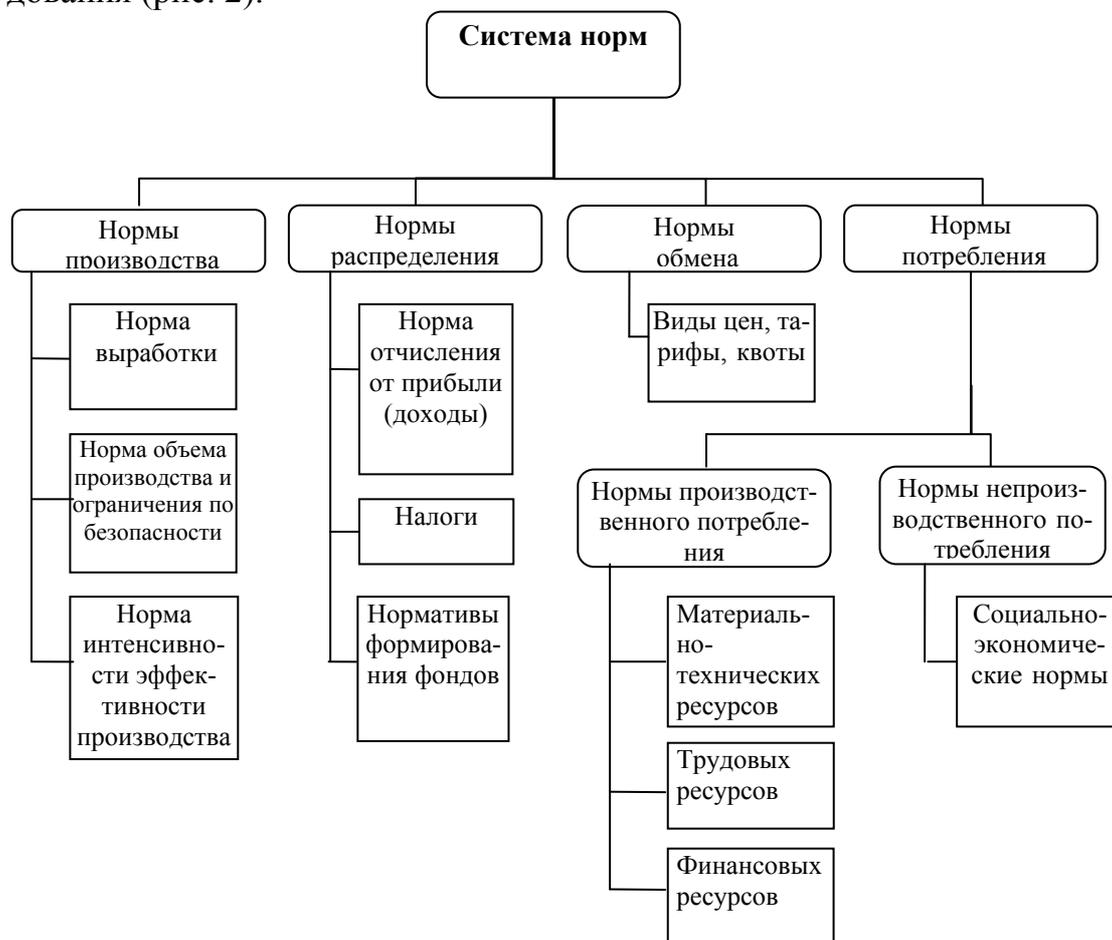


Рисунок 2 Система норм используемых на угледобывающих предприятиях

Результаты анализа существующих методов установления норм, в том числе норм использования горношахтного оборудования свидетельствуют, что в существующей системе нормирования:

- на уровне предприятий в нормы использования оборудования не включаются потери времени, вызванные отступлением от установленной технологии и организации производства, наладки оборудования и других работ вспомогательного характера;
- необходимо устанавливать общий норматив резерва, который будет компенсировать простои по организационным причинам;
- обновление парка горношахтного оборудования, улучшение системы планово-предупредительных ремонтов и совершенствование организации и механизации вспомогательных процессов, внедрение прогрессивных технологических схем и другие мероприятия приводит к снижению не планируемых простоев горношахтного оборудования, но обоснованную часть необходимо включать в нормативную величину простоев;
- расчет коэффициентов использования горношахтного оборудования ведется для всего парка, который постоянно обновляется и совершенствуется, по-

этому необходимо на основе простоев устанавливать индивидуальный и общий коэффициенты нагрузки для каждого вида оборудования и технологической схемы, где оно задействовано;

– в связи с трудностями математической формализации развития процесса для получения поправочных коэффициентов может использоваться расчетно-аналитический метод и опытно-статистический.

Отсутствие системного подхода к разработке нормативов использования оборудования, а также несовершенство методов их разработки приводят к использованию при планировании производственно-хозяйственной деятельности фактических достигнутых показателей. Поэтому для обеспечения достоверности прогнозируемых технико-экономических показателей необходимо сочетание как минимум двух методов, а для совершенствования норм использования горношахтного оборудования рекомендуется использовать комплексный подход к их разработке. Сущность этого подхода заключается в выборе наилучшего значения нормы с учетом характеристик трудового и технологического процессов. При разработке нормативов использования горношахтного оборудования обосновываются не конкретные (как для нормы), а типизированные и определенным образом усредненные решения применительно к различным значениям и сочетаниям факторов. Обосновываются также степень укрупнения нормативов, макет построения нормативных таблиц, градаций значений факторов.

Основным направлением совершенствования нормативной базы является использование экономико-математических методов в установлении норм, а также выявление факторов влияющих на эффективную деятельность горношахтного оборудования. Анализ состояния и опыта использования нормативной информации на угледобывающих предприятиях для планирования экономического и социального развития показывает, что нормативная база развивается по следующим направлениям:

– совершенствование процедур и методов формирования нормативной базы по уровням и периодам планирования;

– решение организационных и управленческих задач нормативного обеспечения (методы разработки, обновления, анализа, использования норм; определение технических средств для выполнения перечисленных функций по уровням управления);

– экономическая оценка нормативов и эффективности их использования;

– совершенствование методов и форм материального стимулирования производственных подразделений и отдельных работников за разработку и поддержание нормативной базы.

В рыночных условиях нормирование должно развиваться по следующим направлениям: индивидуализация норм, нормирование интенсивности труда и использования оборудования, степени использования рабочего времени; учет организационно-экономических предпосылок нормирования, повышение качества норм.

Вторая глава «Методика расчета норм использования горношахтного оборудования» посвящена анализу теоретических подходов к оценке использования горношахтного оборудования, оценке использования горношахтного оборудования в ОАО «Угольная компания «Южкузбассуголь», разработке методики расчета коэффициента использования горношахтного оборудования.

Анализ методик нормирования показывает, что в основе расчета норм использования горношахтного оборудования лежат фотохронометражные данные о простоях, на базе которых статистическим, аналитическим или комбинированным методами устанавливаются нормы. При этом, как свидетельствуют результаты анализа, хронометраж фиксирует не все виды простоев. Поэтому для разработки обоснованных норм использования горношахтного оборудования, а также совершенствования учета его загрузки в диссертации разработана методика учета и анализа простоев оборудования на основе проведения хронометража простоев, нашедшая отражение в приказе генерального директора ОАО «УК «Южкузбассуголь» № 638 / 14 от 21.12.2002г. «О проведении хронометражных наблюдений использования горношахтного оборудования на шахтах ОАО «УК "Южкузбассуголь", в соответствии с которой были созданы группы хронометражных наблюдений, проводившие сбор информации и анализ простоев горношахтного оборудования и учитывались причины простоев. В отличие от других, методика, предложенная в диссертационной работе, предполагает учет и анализ причин простоев в каждой технологической цепи производственного процесса. Это позволит более полно учесть специфику простоев на угольных предприятиях и в том числе в ОАО «УК «Южкузбассуголь».

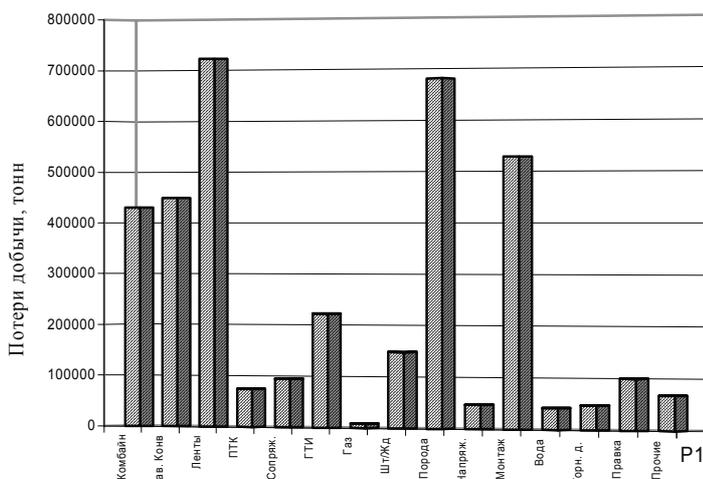
Согласно предложенной методике хронометражисты в каждой группе заполняют простойные листы по форме № Т-16 (ФИО работника, табельный номер, тарифная ставка, количество часов в простое) и простойные листы оборудования (на каждом блоке цепи), регистрируют факторы, влияющие на простои. Одновременно в таблице учета рабочего времени участка проставляется за соответствующий день время простоев. В конце отчетного месяца простойные листы и табель анализируются, и подсчитывается потенциальный резерв увеличения добычи угля за счет увеличения количества действующего оборудования. Путем обобщения данных, содержащихся в простых листках, потери группируются по их продолжительности, причинам и местам возникновения.

Для повышения достоверности хронометражных данных, в диссертационной работе, предлагается:

- создать на предприятиях исследовательские группы из числа инженерно-технических работников различных служб (безопасности производства и вентиляции, отдела планирования и нормирования, диспетчеризации, механизации), которые помимо прямых хронометражных наблюдений используют различные источники информации для проверки достоверности данных;
- уточнять причины простоев горношахтного оборудования по регистрационному журналу диспетчера, данным горных мастеров, специалистов вентиляции и другим документам специализированных служб;
- просчитывать потери угля от простоев и определять затраты от недоиспользования горношахтного оборудования;
- результаты сбора и обработки данных о простоях горношахтного оборудования и потери угля связанные с ними интегрировать за месяц или другой учетный период (квартал, полугодие, год).

Для выявления резервов роста производительности труда и увеличения выпуска продукции имеет большое значение учет простоев, анализ их по причинам и виновникам образования, так как простои приводят к непроизводительным затратам рабочего времени, к неполному использованию оборудования и выпуску продукции.

Результаты исследования интенсивного и экстенсивного использования горношахтного оборудования на шахтах Кузнецкого бассейна показывают, что коэффициент его использования колеблется в пределах от 0,13 до 0,8, а на многих шахтах не превышает 0,5, в ОАО «УК «Южкузбассуголь» он составляет 0,5-0,65. Анализируя статистические данные о простоях горношахтного оборудования за период 2003-2005 г.г. выявлено, что максимальные потери добычи угля на угледобывающих предприятиях ОАО «УК «Южкузбассуголь» от простоев комбайнов и оборудования, но в этих отчетах не отражены причины простоев. Время нерегламентированных простоев имеет тенденцию к увеличению, причиной чего является отсутствие четкой организации труда, при этом продолжается рост объемов добычи угля и увеличивается нагрузка на горношахтное оборудование в 1,5-2 раза, а это приводит к нарушению техники безопасности. Данные о простоях горношахтного оборудования в 2005 г. по статистическим отчетам приведены на рисунке 3.



Причины потерь добычи угля

Рисунок 3 – Потери добычи угля по различным причинам на угледобывающих предприятиях ОАО «УК «Южкузбассуголь» в 2005 г.

По результатам хронометражных наблюдений, проведенных по предложенной в работе методике учета и анализа простоев оборудования, установлено, что основными причинами простоев являются организационно-производственные факторы, такие как производительность используемого горношахтного оборудования, износ оборудования, качество и своевременность ремонта оборудования, существующая организация работ. Кроме того, при расчетах коэффициента использования горношахтного оборудования, которое находится в последовательных или параллельных технологических цепях, где простой одного агрегата вызывает простой всех звеньев последовательной цепи, не учитывается эта особенность, поэтому коэффициент его использования завышен на 30-40%.

Для построения многофакторных моделей, определения факторов и степени их влияния на потери добычи угля использовались статистические и хронометражные данные шахт ОАО «УК «Южкузбассуголь» за 2003 – 2005 гг. Проверка первичного уравнения по критериям показала, что оно не достаточно полно описывает процесс, поэтому был произведен второй этап вычислений с использованием корреляционно-регрессионного анализа. Уравнение зависимости для шахт ОАО «УК «Южкузбассуголь» имеет следующий вид:

$$y = 0.965x_1 + 1.7x_2 + 0.065x_3 - 1.6x_4 + 0.161x_5 + 0.206x_6 + 0.769x_7 - 0.85x_8, \quad (1)$$

где y – потери добычи угля, тыс. т., x_1 – потери из-за простоев комбайнов, ч; x_2 – потери из-за простоев лавных конвейеров, ч; x_3 – простои перегружателя (ПТК), ч; x_4 – простои из-за участковых конвейеров, ч; x_5 – простои из-за магистральных конвейеров, ч; x_6 – простои из-за отсутствия напряжения, ч; x_7 – простои из-за горно-геологических условий, ч; x_8 – простои оборудования из-за организационных причин, ч.

Проверка уравнения по F – критерию Фишера показала, что уравнение регрессии имеет практическое значение только для долгосрочного планирования. Проверка значимости коэффициентов регрессии по t – критерию Стьюдента показала, что факторы x_3 , x_5 , x_6 оказывают незначительное влияние на зависимую переменную. Проверка уравнения регрессии по критерию Дарбина-Уотса для выявления наличия автокорреляции временных рядов установила коэффициент равный 1,35, значение которого находится в интервале $0 < d \leq 4$ и располагается вблизи числа 2, поэтому возмущения не содержат автокорреляционных зависимостей. Средняя квадратичная ошибка уравнения составила 0,039. Коэффициент множественной корреляции составляет 0,853 и характеризует комбинированное влияние факторов на изменение зависимостей переменной с небольшой ошибкой. При изучении зависимости для установления доли дисперсии, обусловленной воздействием изменений, вычислялся коэффициент детерминации, который равен 0,728. Средняя ошибка аппроксимации находится в пределах от 12% до 15%, что показывает на адекватность имеющейся модели. Свободный член уравнения регрессии экономической интерпретации не имеет смысла, он подчеркивает ограниченную область существования модели и дает грубую оценку неучтенных факторов. Поскольку факторы выражаются различными единицами измерения, то для сравнительной оценки их влияния используются функциональные коэффициенты эластичности, которые эластичности показывают величину изменения простоев оборудования, обусловленных влиянием каждого фактора. Положительные и отрицательные коэффициенты уравнения показывают возрастание и убывание функциональных зависимостей, которые не могут быть меньше нуля (простои не могут быть отрицательными), что говорит о существовании точки пересечения Нэша, которая характеризует оптимум параметров и существование области оптимальности простоев, в которой потери добычи угля минимальны, а также ограниченность применения уравнения в широком диапазоне параметров.

Анализ причин простоев горношахтного оборудования показывает, что области оптимальности работы для различного оборудования зависят от сроков его эксплуатации и других технических и технологических показателей, которые могут изменяться в большом диапазоне для предприятия и типов оборудования, поэтому нормативы должны устанавливаться индивидуально на основе первичных нормообразующих параметров (время простоев). Анализ временных рядов простоев оборудования показывает, что они не являются стационарными, поэтому для обработки и прогнозирования рекомендуется использовать принцип опорно-возмущенного движения, когда с помощью специальных фильтров (алгоритмов) сглаживания выделяется опорная (нестационарная) составляющая, которая отражает тенденцию прогноза, а на нее накладывается расчетная составляющая, полученная в результате корреляционно-регрессивного анализа отклонений фактических данных от сглаженных. Другими словами временной ряд приведен к квазистационарному виду. Анализ норм использования горношахтного оборудования, с точки зрения их получения, показывает, что они обоснованы статистическим пу-

тем, т.е. на основе корреляционно-регрессивного анализа и не корректны для нестационарных процессов. Для получения норм, отвечающих фактическому состоянию производства, необходимо обеспечить индивидуальный учет простоев оборудования, выбрать алгоритм и методику прогнозирования простоев горношахтного оборудования, на основе которых рассчитываются нормы использования горношахтного оборудования.

Простои горношахтного оборудования являются нормообразующими показателями для расчета коэффициента его использования по формуле:

$$K_u = T_p : T_o, \quad (2)$$

где T_p – время работы оборудования,

$$T_p = T_o - T_n; \quad (3)$$

T_o – календарное рабочее время предприятия;

T_n – время простоя оборудования.

На практике коэффициент использования горношахтного оборудования определяется как среднее значение за период планирования, а время работы оборудования берется фактическим за тот же период, что полностью исключает технологические перерывы, связанные с подготовкой и обслуживанием техники и противоречат, утвержденной методике его расчета.

В работе для расчета коэффициента использования горношахтного оборудования предлагается фиксировать его простои индивидуально и классифицировать их по видам, чтобы разделить простои по технологическим или организационным причинам для корректировки их временных рядов.

На основе существующих методов определения коэффициента использования оборудования в диссертации предлагается методика расчета коэффициента использования горношахтного оборудования, которая в отличие от существующих, индивидуально учитывает простои оборудования. В основе методики лежат хронометражные расчеты, позволяющие фиксировать простои оборудования индивидуально и устанавливать их причины, так же в расчетах коэффициента использования оборудования учитываются потери угля в результате простоев. Методика расчета простоев горношахтного оборудования предполагает следующие этапы:

1. Сбор информации о простоях горношахтного оборудования и потерях добычи угля за смену по типам оборудования и причинам:

$$P_c = \sum_{i=1}^l P_i; \quad D_c = \sum_{i=1}^l D_i, \quad (4)$$

где P_c – общие простои оборудования за смену (час и %);

P_i – простои оборудования по i -й причине (час и %); l – число, учитываемых простоев;

D_c – потери добычи угля в смену от простоя оборудования;

D_i – потери добычи угля от простоя оборудования по i -й причине.

2. Определение простоев горношахтного оборудования ($P_{сут}$) и потери добычи угля за сутки ($D_{сут}$)

$$P_{сут} = \sum_{j=1}^4 P_{cj}; \quad D_{сут} = \sum_{j=1}^4 D_{cj}, \quad (5)$$

где j – номера смен в сутках.

3. Простои горношахтного оборудования ($P_{мес}$) и потери добычи угля ($D_{мес}$) за месяц

$$P_{мес} = \sum_{k=1}^l P_{сут k}; \quad D_{мес} = \sum_{k=1}^l D_{сут k}, \quad (6)$$

где k – дата суток; l – количество дней в месяце.

4. Простой горношахтного оборудования ($P_{год}$) и потери добычи угля за сутки ($D_{год}$)

$$P_{год} = \sum_{m=1}^{12} P_{мес m}; \quad D_{год} = \sum_{m=1}^{12} D_{мес m}, \quad (7)$$

5. Расчет коэффициента использования горношахтного оборудования K_u для каждого типа оборудования

$$K_u = \frac{T_o - T_n}{T_o}, \quad (8)$$

где T_o – общее рабочее время за период; T_n – простои горношахтного оборудования по организационным причинам за отчетный период

$$T_n = T_o - P_o, \quad (9)$$

где P_o – простои горношахтного оборудования по организационным причинам.

Коэффициент использования конкретного вида оборудования не может характеризовать технологическую схему шахты, в которой оборудование образует технологические цепи с последовательной или параллельной работой.

Надежность работы индивидуального типа оборудования в технологических звеньях и схемах при последовательной его расстановке определяется надежностью работы слабого звена, следовательно, коэффициент использования оборудования технологической схемы будет определяться наименьшим значением коэффициента у агрегата в последовательной цепи, при этом время простоя технологической цепи определяется по формуле

$$T_n = n \sum_i^n T_i, \quad (10)$$

где n – число элементов цепи, i вид оборудования в технологической цепи, T_i – время простоя i вида оборудования.

При параллельной расстановке оборудования коэффициент использования оборудования технологической схемы с учетом надежности работы определяется по формуле

$$K_u = \frac{\prod_{i=1}^n K_{ui}}{\sum_{i=1}^n K_{ui}}, \quad (11)$$

где K_u – коэффициент использования оборудования технологической схемы; K_{ui} – коэффициент использования отдельного вида оборудования в технологической схеме.

Третья глава «Формирование алгоритма расчета норм использования оборудования на угледобывающих предприятиях и его реализация» посвящена разработке алгоритма моделирования обоснованных норм использования горношахтного оборудования.

Для разработки обоснованной системы норм использования горношахтного оборудования целесообразно разработать алгоритм ее расчета с использованием методов экономико-математического моделирования. Схема алгоритма моделирования обоснованных норм использования горношахтного оборудования на угледобывающих предприятиях представлен на рисунке 4.

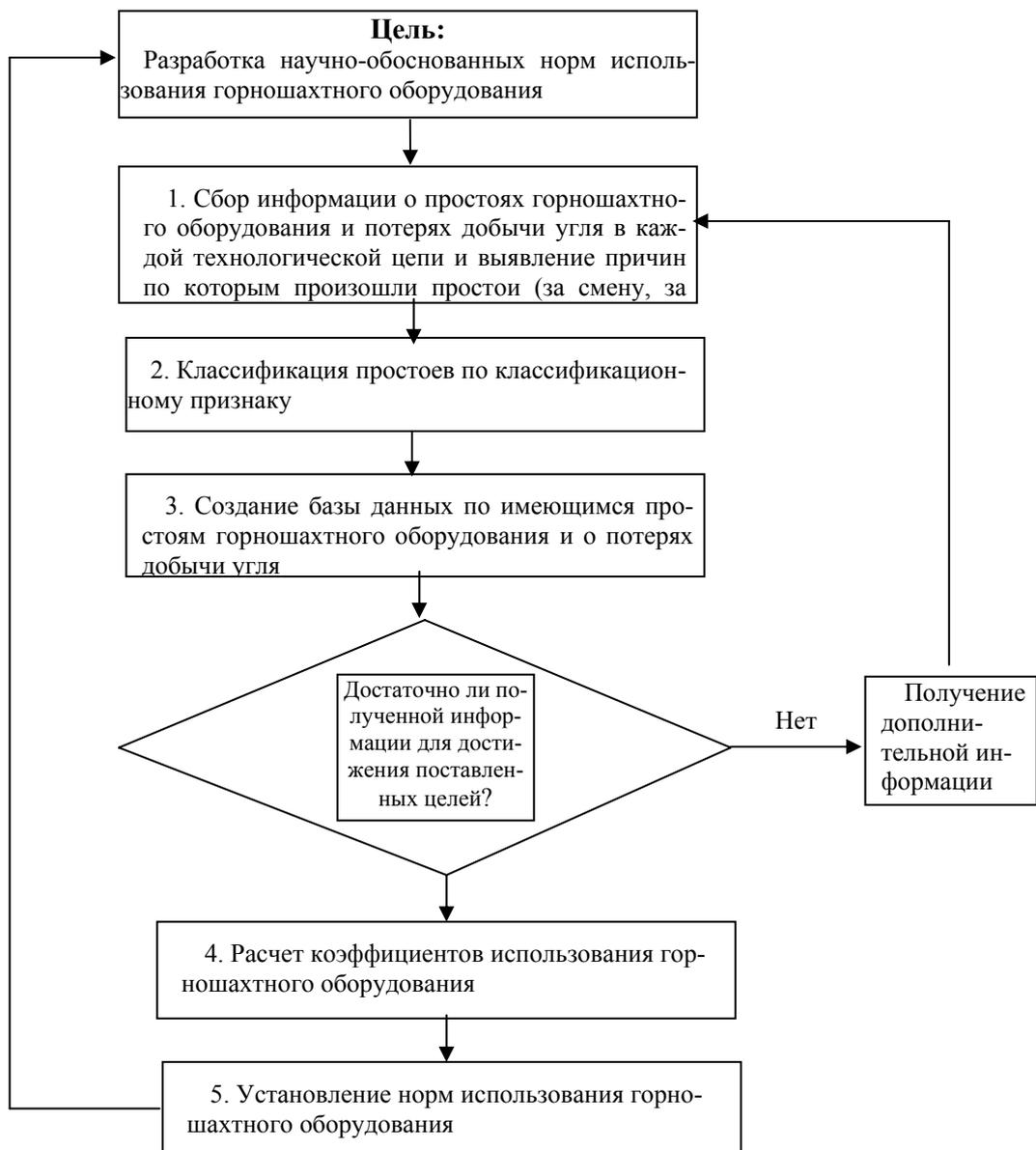


Рисунок 4 – Схема моделирования обоснованных норм использования горношахтного оборудования на угледобывающих предприятиях

Этапы алгоритма экономико-математической модели находятся в тесной взаимосвязи и могут иметь место возвратные связи. Наиболее часто необходимость возврата к предшествующим этапам моделирования возникает на этапе подготовки исходной информации. Так, на этапе создания базы данных по имеющимся простоям горношахтного оборудования может выясниться, что имеющейся информации недостаточно для выполнения поставленной цели или затраты на ее подготовку слишком велики. В этом случае исходная информация должна быть скорректирована, для этого необходимо вернуться к этапам постановки цели и ее формализации. Построенная экономико-математическая модель в заданный момент времени, например в фиксированный год, месяц, день, может повторять расчеты через определенные промежутки времени. Поэтому необходимо тщательно проанализировать, действительно ли необходимо знать зависимость от времени изменения характеристик модели, или тот же результат можно получить, повторяя статические расчеты для ряда различных фиксированных моментов.

Для реализации алгоритма расчета норм потребуется рассчитать коэффициент использования горношахтного оборудования на угледобывающих предприятиях, произвести настройки параметров прогнозирования фильтров простоев горно-

шахтного оборудования и создать информационную базу автоматизированной системы расчета норм использования горношахтного оборудования.

С помощью предложенной в диссертации методики расчета коэффициента использования горношахтного оборудования рассчитан коэффициент использования оборудования в ОАО «УК «Южкузбассуголь» для технологической схемы на планируемый период. В зависимости от горно-геологических условий, залегания пластов и физико-механических свойств угля на шахтах требуется использование различных типов и видов горношахтного оборудования. Добыча угля на шахтах ОАО «УК «Южкузбассуголь» осуществляется комбайнами различных типов и буровзрывным способом, транспортировка горной массы – на скребковых и ленточных конвейерах, а также подземными транспортными средствами. Обоснованность расчетов обеспечивается точностью прогноза простоев горношахтного оборудования и введения корректировки на простои по организационным причинам. Сводные расчетные данные представлены в таблице 1, где приведены коэффициенты экстенсивного использования оборудования в технологических схемах по существующей и предлагаемой методике.

Таблица 1 – Коэффициенты использования оборудования в технологических схемах по существующей и предлагаемой методике

Шахта	Ки по стандартной методике	Ки по предлагаемой методике для технологической схемы
Абашевская	0,6504	0,2733
Алардинская	0,8255	0,6106
Грамотеинская	0,6447	0,2469
Есаульская	0,7424	0,5118
Кушеяковская	0,8392	0,7063
Осинниковская	0,7009	0,5721
Томская	0,8275	0,6407
Юбилейная	0,6689	0,3783

Анализ данных таблицы показывает, что при вычитании времени простоев организационных причин коэффициент использования горношахтного оборудования на шахтах увеличился с 1,5% до 18%. Однако такое увеличение не объясняет прирост добычи угля на 17% при проведении хронометража, в которые легко можно уложиться, если полагать, что учет простоев оборудования должен вестись индивидуально для каждого типа, а коэффициент использования оборудования должен рассчитываться на технологическую схему.

По результатам проведенных расчетов можно сделать вывод о возможности получения более достоверных значений коэффициента использования оборудования, полученного с помощью предложенной в диссертации методики расчета коэффициента использования горношахтного оборудования.

Для более точного определения и прогнозирования причин простоев горношахтного оборудования, которые влияют на конечные результаты деятельности предприятия предлагается методика и алгоритм настройки параметров прогнозирующих фильтров простоев горношахтного оборудования и выбора прогнозирующего алгоритма по критерию минимума среднеквадратичного отклонения фактических и прогнозируемых временных рядов простоев оборудования.

Оценивание причин простоев горношахтного оборудования заключается в выполнении следующих этапов:

1. Определяется время простоев

$$N^C(i) = Z(i) - S^C(i), \quad (8)$$

где $Z(i)$ – максимально-возможное время работы оборудования; S_c – фактическое время работы оборудования.

2. Обнаруживается наличие в данных частых простоев по определенным причинам за счет определения оценок математического ожидания m_N и среднего квадратичного отклонения $\sigma_N^{C_0}$ обычным и робастным (стабильным) способом.

При обычном способе:

$$m_N^{C_0} = \frac{1}{L} \sum_{i=1}^L N^C(i), \quad (9)$$

$$\sigma_N^{C_0} = \sqrt{\frac{1}{L} \sum_{i=1}^L [N^C(i) - m_N^{C_0}]^2}. \quad (10)$$

При робастном способе

$$m_N^{Cp} = \text{med}\{N_1^C, N_2^C, \dots, N_L^C\}, \quad (11)$$

$$\sigma_N^{Cp} = \sqrt{\text{med}\{[N_1^C - m_N^{Cp}]^2, [N_2^C - m_N^{Cp}]^2, \dots, [N_L^C - m_N^{Cp}]^2\}}. \quad (12)$$

Полученные оценки статистических характеристик проверяются на значимость отличия математических ожиданий $m_N^{C_0}$ и m_N^{Cp} по критерию Стьюдента, а дисперсий $(\sigma_N^{C_0})^2$ и $(\sigma_N^{Cp})^2$ – по критерию Фишера.

Отличие оценок показывает, что во временных последовательностях данных имеют место случайные ошибки при учете времени простоев горношахтного оборудования $N^C(i)$. Гипотеза о нестационарности простоев горношахтного оборудования проверяется по оценкам m_N^p и $(\sigma_n^p)^2$, которые находятся для различных временных участков $N^C(i)$, и сравнивается между собой по статистическим критериям.

Прогнозирование простоев горношахтного оборудования для временных рядов можно проводить на основе сглаживающих алгоритмов. В настоящее время разработано множество фильтров, отличающихся заложенными в них предпосылками, сложностью и точностью. Сглаживание временных последовательностей данных предназначено для оценивания значений полезных сигналов при наличии случайных помех. Под полезными сигналами понимаются составляющие измерений, которые связаны с действительными значениями измеряемых величин. В диссертации предлагается использовать алгоритм следующего вида:

$$\tilde{Z}_{i+1} = \tilde{Z}_i + \delta \Delta Z, \quad (13)$$

где \tilde{Z}_{i+1} – прогнозируемый параметр; \tilde{Z}_i – прогнозируемое сглаженное значение на i -м шаге; $\Delta Z = (\tilde{Z}_{i+1} - \tilde{Z}_i)$ – разность значений фактического параметра последующего шага и сглаженного параметра предыдущего шага.

Сложные алгоритмы имеют 2–3 параметра настройки.

На рисунке 5 и 6 представлены расчетные значения сглаженных фактических данных временных рядов простоев комбайнов и лавных и магистральных

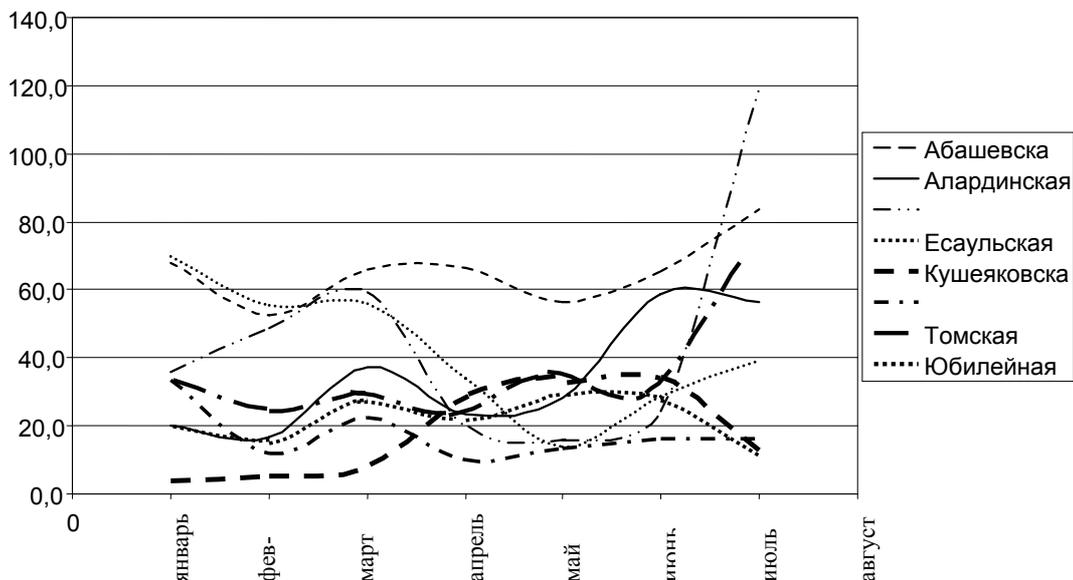


Рисунок 5 – Графики сглаженных значений простоев комбайнов на шахтах ОАО «УК «Южжубассуголь» в 2005 г.

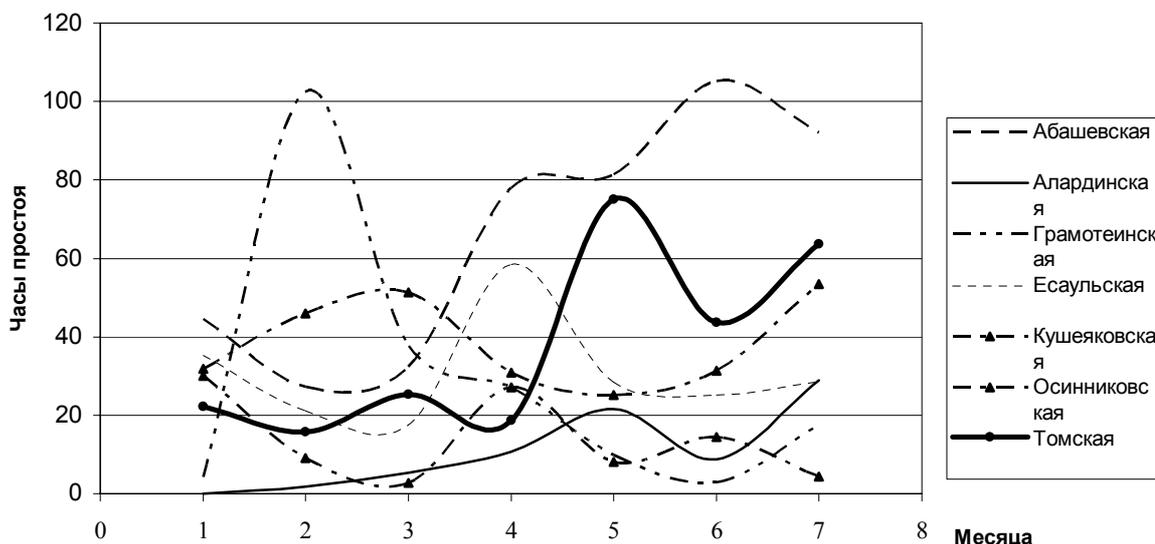


Рисунок 6 – Графики сглаженных значений простоев магистральных конвейеров на шахтах ОАО «УК «Южжубассуголь» в 2005 г.

конвейеров на шахтах ОАО УК «Южжубассуголь» при коэффициенте сглаживания $\delta = 0,25$, выбранного на основе рекомендаций работ.

Анализ рядов фактических и сглаженных значений показывает, что алгоритмы сглаживания хорошо выявляют тенденцию изменения параметров, но имеют запаздывание при резких изменениях и скачках параметров при перестройке технологии или переходных процессах, поэтому для алгоритмов прогнозирования необходима их настройка на выборках индивидуальных для каждого типа оборудования. В качестве выборок используют ретроспективные данные, при этом их длина должна быть больше или равна периоду прогнозирования.

Методика и алгоритм настройки коэффициентов прогнозирующих фильтров включают следующие этапы (рис. 7):

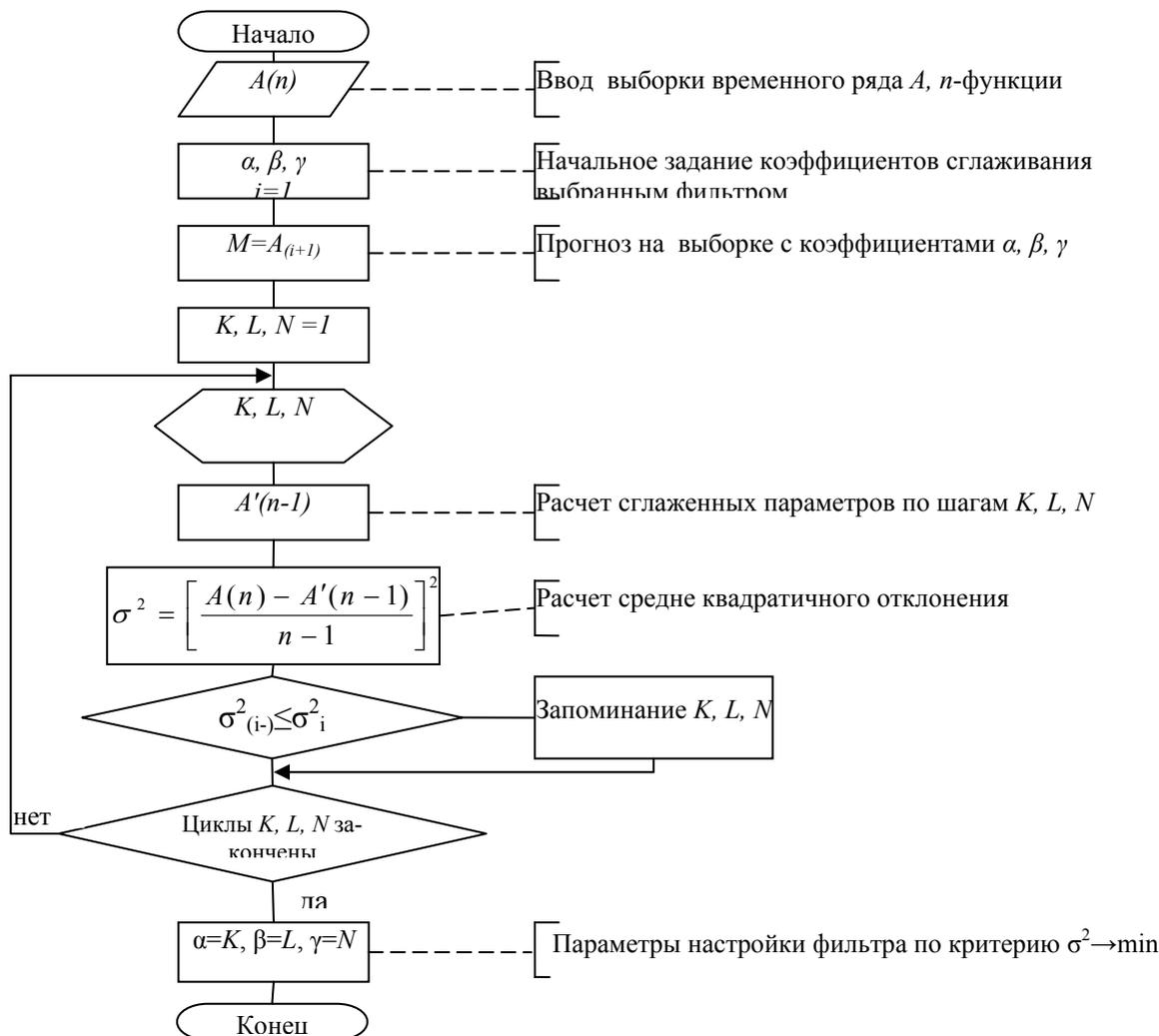


Рисунок 7 – Алгоритм настройки коэффициентов сглаживающих фильтров простоев оборудования на шахтах ОАО «УК «Южжубассуголь»

1. Настройка алгоритма производится на выборке ретроспективных данных. Под A понимается функция простоев горношахтного оборудования и потерь угля, n – аргумент задающий период простоев и потерь угля за смену, месяц, квартал, год.

2. Для настройки коэффициентов алгоритмов выбирают начальные минимальные значения в диапазоне от 0 до 1 и шаг квантования с одинаковым числом шагов для всех параметров настройки алгоритма. Коэффициенты нормативных простоев для каждого вида горношахтного оборудования технологической цепи – (α, β, γ) .

3. С помощью сглаживающего алгоритма, имеющего определенные коэффициенты настройки и ретроспективной выборки, производят прогноз простоев на планируемый период – M и рассчитывают суммарное среднеквадратичное отклонение между фактическим и прогнозным временными рядами простоев. При этом учитывается K – тип оборудования входящего в технологическую цепь; L – количество простоев за исследуемый период; N – общее количество оборудования.

4. Среднеквадратичное отклонение предыдущего расчета сравнивается со среднеквадратичным отклонением прогнозируемого ряда. Наименьшее значение запоминается вместе с параметрами настройки прогнозирующего алгоритма.

5. Коэффициенты настройки фильтра изменяются каждый в своем цикле на величину квантования, и прогнозирование итерационно повторяется до окончания циклов.

6. Минимальное значение среднеквадратичного отклонения при пошаговой итерации коэффициентов настройки дает их оптимальные значения, обеспечивающую максимальную сходимость результатов прогноза и фактических данных.

7. Поскольку при прогнозировании данных через определенный промежуток времени невозможно повторить полученные результаты, т.к. исходные предпосылки и ситуация постоянно меняются, рассчитывается доверительный интервал, путем запоминания при настройке алгоритма минимального и максимального диапазона при оптимально настроенных коэффициентах алгоритма прогнозирования.

Результаты настройки коэффициентов алгоритма прогнозирования представлены на рисунке 8.

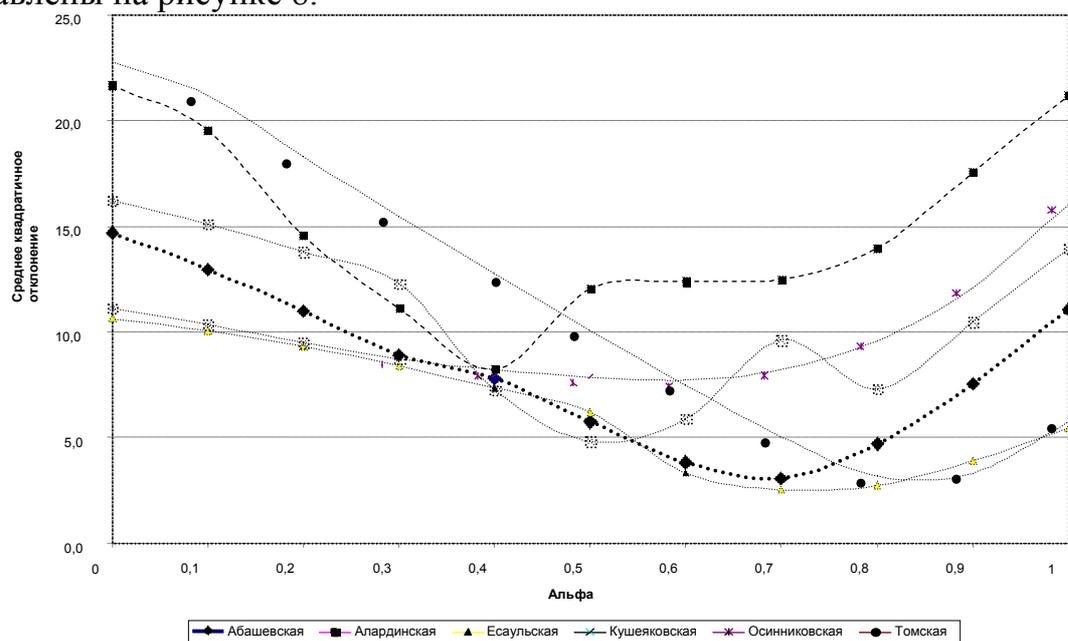


Рисунок 8 – Зависимости среднеквадратичных отклонений прогнозных и фактических простоев от параметра настройки сглаживающего алгоритма

Прогнозирование норм производится на основе алгоритмов обработки временных рядов, выбор которых производится на ретроспективных временных рядах, созданных на основе сбора информации о работе горношахтного оборудования за предыдущий период. Анализ полученных зависимостей показывает, что коэффициенты настройки сглаживающих фильтров простоев горношахтного оборудования отличаются для каждого угольного предприятия, вида оборудования и значения лежат в диапазоне от 0,4 до 0,85 и резко отличаются от рекомендованных значений коэффициента настройки 0,25.

Для настройки сложных сглаживающих алгоритмов простоев горношахтного оборудования следует использовать методы оптимизации (симплекс-метод, крутого спуска, градиентов), которые реализованы стандартными программами. В качестве критерия оптимизации в диссертационной работе рекомендуется использовать минимум среднеквадратичного отклонения с ограничениями по стоимости и безопасности, что позволит ускорить поиск оптимальных коэффициентов настройки сложных алгоритмов прогнозирования простоев горношахтного оборудования.

Условия технической реализации алгоритмов прогнозирования простоев горношахтного оборудования анализируются с учетом ограничений конкретных задач. Основу построения алгоритмов сглаживания временных рядов данных простоев горношахтного оборудования составляют методы, описанные в книге Самарского А.А. «Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры». Алгоритмы сглаживания представляются в ориентации на оценку достоверных данных и их производных в i -е отсчеты (моменты времени или циклы процессов).

На основании алгоритма расчета использования горношахтного оборудования были проведены разработки структуры автоматизированной системы норм использования горношахтного оборудования ОАО «УК «Южкузбассуголь» и выдвинуты требования к ее реализации. Основой автоматизированной системы расчета и прогнозирования норм использования горношахтного оборудования является информационная система, которая постоянно находится в динамике. Информационная система – это организационно упорядоченная совокупность документов (массивов документов) и информационных технологий, в том числе с использованием средств вычислительной техники и связи, реализующих информационные процессы. Формирование информационной системы при разработке норм использования горношахтного оборудования на угледобывающих предприятиях представлено на рисунке 9.



Рисунок 9 – Схема формирования информационной системы разработки норм на угледобывающих предприятиях

Необходимые статистические данные для разработки норм использования горношахтного оборудования на угледобывающих предприятиях могут быть получены двумя методами сбора:

- из форм и сборников статистической отчетности;
- в результате проведения специально организованного статистического наблюдения.

В результате использования экономико-математических методов нормирования можно выявить наиболее эффективный метод получения информации.

Автоматизированная система информационной базы основана на информационных процессах, т.е. процессах сбора, обработки, накопления, хранения, поиска и распространения информации. Чтобы избежать потери данных информационная база дублируется по принципу «сын – отец – дед», после каждого ввода дан-

ных, что обеспечивает накопление временных рядов и надежность работы системы.

Система автоматизации информационной базы позволяет решать задачи учета и анализа простоев горношахтного оборудования на угледобывающих предприятиях и разработать мероприятия эффективного использования оборудования. Согласно разработанной методике учета простоев горношахтного оборудования на угледобывающих предприятиях заполняется соответствующая информационная документация, данные которой вносятся в информационную базу автоматизированной системы на предприятии для дальнейшей их обработки и принятия управленческого решения.

Экономический эффект от внедрения автоматизированной системы расчёта норм использования горношахтного оборудования рассчитывается по методикам института ЦНИИЭуголь и ВНИИУуголь. В основе расчёта экономической эффективности внедрения автоматизированной системы расчёта норм ОАО УК «Южкузбассуголь» лежат данные, полученные в результате выполненных исследований. Расчет экономической эффективности был произведен с учетом следующих показателей: разовые затраты на создание средств автоматизации, затраты на эксплуатацию средств автоматизации, стоимость проектируемой компьютерной системы, годовой объем работ по нормированию, подлежащих автоматизации, годовой объем работ, выполняемых средствами автоматизации.

Экономический эффект от проведения хронометражных наблюдений полученный за счёт ежемесячного контроля простоя оборудования составляет 99,5 тыс. руб., а от внедрения автоматизированной системы расчета норм использования горношахтного оборудования на ОАО «УК «Южкузбассуголь» составляет 165,99 тыс. руб.

При подведении результатов хронометражных исследований и эффекта от внедрения автоматизированной системы расчета норм использования горношахтного оборудования было принято решение на уровне технического руководства ОАО «УК «Южкузбассуголь» на разработку и внедрение автоматизированной системы расчёта норм использования горношахтного оборудования на основе предложенной автором методики.

В заключении приведены основные результаты и выводы, которые сводятся к следующему:

1. Одним из важнейших факторов повышения эффективности производства на угольных предприятиях является более полное использование основных фондов. Анализ работы оборудования базируется на системе показателей, характеризующих использование его количества, времени работы и мощности. Повышение эффективности использования работающего горношахтного оборудования обеспечивается двумя путями: экстенсивным и интенсивным. Исследования интенсивного и экстенсивного использования горношахтного оборудования на шахтах Кузнецкого бассейна показывают, что коэффициент его использования колеблется в пределах от 0,13 до 0,8, а на многих шахтах не превышает 0,5, в ОАО «УК «Южкузбассуголь» он составляет 0,5-0,65. Время нерегламентированных простоев имеет тенденцию к увеличению, причиной чего является отсутствие четкой организации труда, при этом продолжается рост объемов добычи угля и увеличивается нагрузка на горношахтное оборудование в 1,5-2 раза, коэффициент использования которого увеличивается на шахтах ОАО УК «Южкузбассуголь» до 0,65-0,83, а при

вычитании в расчетах простоев по организационным причинам, результаты показывает, что потери добычи угля снижаются на 12%.

По результатам хронометражных наблюдений установлено, что при расчетах коэффициента использования горношахтного оборудования, которое находится в последовательных или параллельных технологических цепях, где простой одного агрегата вызывает простой всех звеньев последовательной цепи, не учитывается эта особенность, поэтому результаты расчета коэффициента его использования имеют разброс значений в 30-40%.

2. В связи с этим в диссертационной работе предложена методика учета и анализа простоев оборудования на основе проведения хронометража простоев, которая позволяет получить более достоверные данные о простоях в каждом звене технологической производственного процесса. Для этого предлагается фиксировать простои горношахтного оборудования индивидуально и классифицировать их по видам, чтобы разделить простои по технологическим или организационным причинам для установления обоснованных норм использования горношахтного оборудования.

3. На основе существующих методов определения коэффициента использования оборудования в диссертации предложена методика расчета коэффициента использования горношахтного оборудования, которая в отличие от существующих, индивидуально учитывает простои оборудования. В основе методики лежат хронометражные расчеты, позволяющие фиксировать простои оборудования индивидуально и устанавливать их причины, так же в расчетах коэффициента использования оборудования учитываются потери угля в результате простоев.

4. По результатам проведенных расчетов можно сделать вывод о возможности получения более достоверных значений коэффициента использования оборудования, полученного с помощью предложенной в диссертации методики расчета коэффициента использования горношахтного оборудования.

5. Для повышения производительности добычи угля на горнодобывающих предприятиях за счет постоянного контроля простоев горношахтного оборудования предложена автоматизированная система контроля, основой которой является методика расчета норм использования горношахтного оборудования предприятий и объединения для текущего и перспективного планирования. Данные о простоях горношахтного оборудования, накапливаются по типам оборудования в текущих и архивных файлах по суткам, месяцам, годам и продублируются по принципу «дед – отец – сын» на каждом уровне.

6. Экономический эффект от внедрения автоматизированной системы расчета норм использования горношахтного оборудования на ОАО «УК «Южкузбасс-уголь» составил 165,99 тыс. руб.

ПУБЛИКАЦИИ

1. Чайковская, И.Н. Нормативное планирование использования очистного оборудования угольных шахт / И.Н. Чайковская, В.В Сенкус // Современные перспективные технологии разработки и использования минеральных ресурсов : матер. междунар. научно-практ. конф. и выставки-ярмарки «Уголь России – Майнинг». – Новокузнецк : СибГИУ, 2001. – С. 96–99. – 0,25 п.л. (в т.ч. 0,2 а.п.л.).

2. Чайковская, И.Н. Формирование нормативов использования горношахтного оборудования / И.Н. Чайковская // Нетрадиционные и интенсивные технологии разработки месторождений полезных ископаемых : труды VI Международной кон-

ференции / СибГИУ. – Новокузнецк, 2002. – С. 67–71. – 0,3 п.л. (в т.ч. 0,3 а.п.л.).

3. Чайковская, И.Н. Выбор алгоритма прогнозирования норм и нормативов использования горношахтного оборудования / И.Н. Чайковская, В.В. Сенкус // Нетрадиционные и интенсивные технологии разработки месторождений полезных ископаемых : труды VI Международной науч.-практ. конф. / СибГИУ. – Новокузнецк, 2002. – С. 72–73. – 0,13 п.л. (в т.ч. 0,1 а.п.л.).

4. Сенкус В.В. Метод прогнозирования нормативов нагрузки на очистные забои угольных шахт / В.В. Сенкус, И.Н. Чайковская // Перспективные технологии разработки и использования минеральных ресурсов : сб. тр. VIII Междунар. науч.-практ. конф. – Новокузнецк : СибГИУ, 2002. – С. 112–114. – 0,19 п.л. (в т.ч. 0,09 а.п.л.).

5. Чайковская И.Н. Прогнозирование норм и нормативов использования горношахтного оборудования / И.Н. Чайковская // Нетрадиционные и интенсивные технологии разработки месторождений полезных ископаемых : труды VII Междунар. науч.-практ. конф. / СибГИУ. – Новокузнецк, 2003. – С. 96–98. – 0,19 п.л. (в т.ч. 0,19 а.п.л.).

6. Сенкус В.В. Методические аспекты разработки норм использования горношахтного оборудования / В.В. Сенкус, И.Н. Чайковская // Нетрадиционные и интенсивные технологии разработки месторождений полезных ископаемых : тр. VII Междунар. науч.-практ. конф. / СибГИУ. – Новокузнецк, 2003. – С. 91–95. – 0,25 п.л. (в т.ч. 0,13 а.п.л.).

7. Чайковская И.Н. Методические положения формирования норм и нормативов использования горношахтного оборудования / И.Н. Чайковская // Наука и образование : сб. тр. Всероссийск. науч.-практ. конф. / БИФ КемГУ. – Белово, 2003. – С. 38–41. – 0,25 п.л. (в т.ч. 0,25 а.п.л.).

8. Чайковская И.Н. Экономико-математические методы в совершенствовании норм и нормативов использования горношахтного оборудования на угольных предприятиях / И.Н. Чайковская // Методы и алгоритмы прикладной математики в технике, медицине и экономике : материалы Шестой Международной научно-практической конференции, Новочеркасск, 2006 / юргту (нпи), УВДУ. – Новочеркасск, 2006. – с. 71 – 74 – 0,19 п.л. (в т.ч. 0,19 а.п.л.).

9. Чайковская, И.Н. Роль нормирования в угледобывающей промышленности в современных условиях / И.Н. Чайковская // Вестник КузГТУ, 2007 – 0,1 п.л. (в т.ч. 0,1 а.п.л.).

10. Чайковская, И.Н. Разработка автоматизированной системы нормирования использования горно-шахтной системы / И.Н. Чайковская, А. И. Поминова // Горный информационный аналитический бюллетень. – 2007. – №7. – 0,22 п.л. – с. 54-55. (в т.ч. 0,17 а.п.л.).