

На правах рукописи



ЖУНДА Сергей Валерьевич

**Организация обеспечения безопасности производственных
процессов угольного разреза в условиях увеличения
мощности горнотранспортного оборудования**

Специальность: 05.02.22 – «Организация производства
(горная промышленность)»

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Екатеринбург, 2019

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте горного дела Уральского отделения Российской академии наук (ФГБУН ИГД УрО РАН)

Научный руководитель

Довженок Александр Сергеевич – главный научный сотрудник ЧФ ИГД УрО РАН, доктор технических наук

Официальные оппоненты:

Галиев Сейтгали Жолдасович – доктор технических наук, профессор, член-корреспондент НАН РК, 1-й вице-президент Национальной Академии Горных Наук Казахстана, г. Астана

Воробьева Оксана Владимировна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Безопасность и экология горного производства» МГИ (НИТУ «МИСиС»)

Ведущая организация

ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

Защита диссертации состоится «___» _____ 201_ г. в _____ часов на заседании диссертационного совета Д 004.010.02 при Институте горного дела УрО РАН по адресу: 620219, г. Екатеринбург, ГСП-936, ул. Мамина-Сибиряка, 58.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института горного дела Уральского отделения Российской академии наук: <http://diss.igduran.ru/>

Автореферат диссертации разослан «___» _____ 201_ г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат технических наук

А.А. Панжин

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Существенное техническое перевооружение, характерное для большинства угольных разрезов РФ, обусловило за последние десять лет рост средней вместимости ковша экскаваторов в 1,1-3,0 раза, грузоподъемности автосамосвалов в 1,5-2,4 раза и их производительности соответственно в 1,9-6,4 раза и 1,9-7,2 раза. Следствием этого стал рост интенсивности функционирования трудовых процессов по экскаваторам в 1,2-2,9 раза, по автосамосвалам – в 1,3-3,4 раза. Увеличение интенсивности процессов без соответствующей их организации повышает вероятность возникновения негативных событий, а применение мощного и крупногабаритного оборудования повышает возможную тяжесть этих событий. Это подтверждается статистическими данными по травматизму в угольной отрасли.

Для обеспечения соответствия организации производства увеличению его интенсивности необходимо повышение качества трудовых процессов. Трудовой процесс на угольном разрезе, это совокупность действий и взаимодействия его персонала при создании продуктов или услуг, необходимых для осуществления производственного процесса угледобычи открытым способом. Его качество определяется степенью соответствия состояния элементов процесса и параметров безопасности целевому уровню. В связи с этим, высокую актуальность приобретает работа по исследованию влияния качества трудового процесса на величину рисков негативных событий для выявления зависимости между ними и разработки на этой основе методического инструментария организации обеспечения безопасности производственных процессов в условиях нарастания грузоподъемности и производительности горнотранспортного оборудования.

Цель работы – совершенствование организации производства угольного разреза для повышения безопасности труда в условиях увеличения грузоподъемности и производительности горнотранспортного оборудования.

Идея – повышение безопасности труда на угольном разрезе достигается повышением качества трудовых процессов.

Объект исследования – трудовые процессы при эксплуатации и ремонте мощного горнотранспортного оборудования.

Предмет исследования – связь риска негативных событий с качеством трудового процесса при эксплуатации и ремонте мощного горнотранспортного оборудования.

Задачи исследования:

1. Адаптировать понятие «качество трудового процесса» к производственной деятельности угольного разреза.
2. Разработать и обосновать критерии и показатели качества трудового процесса угольного разреза.
3. Установить влияние качества трудового процесса на величину риска негативных событий.
4. Разработать методику повышения качества трудовых процессов угольного разреза в условиях нарастания грузоподъемности и производительности горнотранспортного оборудования.

Научные положения, выносимые на защиту:

1. опережение темпов роста производительности горнотранспортного оборудования над темпом роста его единичной мощности обуславливает нарастание интенсивности осуществления производственных процессов, которое без опережающего повышения качества трудовых процессов приводит к росту тяжелого, смертельного и группового травматизма персонала на угольных разрезах (п. 12 сп. 05.02.22 Паспорта специальностей ВАК РФ).

2. В условиях увеличения мощности и производительности горнотранспортного оборудования при повышении качества трудовых процессов риск травмирования персонала убывает по экспоненциальной зависимости с интервалом релаксации 0,317 относительных единиц коэффициента качества трудового процесса (п. 11 сп. 05.02.22 Паспорта специальностей ВАК РФ).

3. Целевой уровень качества трудовых процессов угольного разреза достигается применением методики, включающей критерии выявления, алгоритм нормализации, разработку и освоение новых стандартов осуществления процессов с высоким риском травмирования, отличающейся наличием инструментария для организации непрерывного мониторинга их состояния (п. 12 сп. 05.02.22 Паспорта специальностей ВАК РФ).

Методы исследования. В работе использованы методы системного и структурно-функционального анализа; научного обобщения; математической статистики и экспертных оценок; производственного эксперимента; графического моделирования.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, содержащихся в работе, подтверждаются:

- соответствием полученных научных результатов фундаментальным положениям теории организации производства;
- использованием при анализе результатов работы угольных разрезов представительного объема фактических материалов за период 2008-2018 гг.;
- практическим применением и удовлетворительной сходимостью результатов исследования и данных практики;
- достаточным объемом экспериментальных данных и оценкой результатов по критериям математической статистики.

Научная новизна работы:

Применительно к угольному разрезу адаптировано определение понятия «качество трудового процесса» как степень соответствия фактических параметров безопасности целевым. Обоснованы критерии и показатели для оценки качества трудового процесса. Выявлена зависимость риска травмирования персонала от качества трудового процесса, описываемая экспоненциальной функцией.

Практическая значимость работы состоит в разработке методики повышения качества трудового процесса, реализация которой позволяет снижать риск травмирования персонала на угольном разрезе до целевого уровня.

Личный вклад автора состоит в постановке и решении задач исследования; установлении зависимости риска негативных событий от

качества трудовых процессов; в разработке методики повышения качества трудового процесса в условиях увеличения мощности горнотранспортного оборудования.

Реализация результатов работы. Научные положения, выводы и рекомендации диссертационного исследования использовались в процессе разработки и освоения стандартов рабочих процессов; повышении квалификации ИТР и операционного персонала; планировании, организации, выдаче и контроле сменных наряд-заданий в АО «Разрез Тугнуйский»; при осуществлении производственного контроля.

Апробация работы. Основные положения диссертации докладывались и получили одобрение на международных научных симпозиумах «Неделя горняка» (Москва, 2016-2019 гг.), II и III Международных научно-практических конференциях «Открытые горные работы в XXI веке» (Красноярск, 2015, 2017 гг.), Всероссийской неделе охраны труда (Сочи, 2017-2018 гг.), научных семинарах кафедры безопасности и экологии горного производства НИТУ «МИСиС» (2017-2018 гг.), в НИИОГР (Челябинск, 2015-2018 гг.), на совещаниях и технических советах Компании «СУЭК» (2015-2018 гг.), на разрезах «Тугнуйский», «Черногорский», «Березовский», «Назаровский», «Бородинский имени М.И. Щадова» АО «СУЭК» при проведении производственных совещаний.

Публикации. Основные результаты исследований отражены в 9-и научных публикациях в изданиях, рекомендуемых ВАК РФ.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, изложена на 192 страницах, содержит 50 рисунков, 29 таблиц, список использованных источников из 182 наименований и 10 приложений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Развитие теории и методологии организации горного производства содержится в работах А.С. Астахова, Э.И. Богуславского, Б.М. Воробьева, С.Е. Гавришева, С.Ж. Галиева, В.А. Галкина, В.И. Ганицкого, Д.Р. Каплунова, В.Т. Коваля, С.В. Корнилкова, Н.Я. Лобанова, А.М. Макарова, Е.В. Петренко, А.А. Петросова, В.А. Пикалова, М.А. Ревазова, С.С. Резниченко, В.В. Ржевского, В.Е. Стровского, К.Н. Трубецкого, В.Л. Яковлева и др.

Снижение возможности реализации технических рисков в аспекте формирования соответствующих горно-технологических условий и технологических комплексов горнодобывающих предприятий рассмотрены в работах В.М. Аленичева, В.А. Антонова, В.Н. Калмыкова, Ю.И. Леля, М.В. Рыльниковой, И.В. Соколова, А.В. Соколовского и др., в аспекте влияния техники на горно-технологические условия – в работах А.Е. Балека, В.Е. Боликова, О.В. Зотеева, Г.Г. Саканцева, А.Д. Сашурина и др.

В организационном аспекте разработка теоретических и прикладных вопросов повышения безопасности производственных процессов отражена в работах В.Б. Артемьева, В.П. Баскакова, О.В. Воробьевой, А.Вл. Галкина, А.Вал. Галкина, В.Ю. Гришина, А.И. Добровольского, А.С. Довженка,

А.А. Дружинина, А.Б. Килина, В.А. Ковалева, И.Л. Кравчука, В.В. Лисовского, В.П. Лобко, В.Ю. Сковородкина, А.В. Смолина, Г.В. Туниковой, Г.Н. Шаповаленко, Ю.Б. Шлимовича и других исследователей.

Дополнение созданной научно-методической базы результатами исследования влияния качества трудовых процессов на риск травмирования персонала позволяет разработать инструментарий для осуществления производственного процесса таким образом, чтобы организовать обеспечение его безопасности.

Исследование и обобщение опыта развития организации производства на угольных разрезах, входящих в состав «Сибирской угольной энергетической компании», сопоставление этих результатов развития с результатами предприятий других угольных компаний позволили автору обосновать и выдвинуть ряд научных положений.

1. опережение темпов роста производительности горнотранспортного оборудования над темпом роста его единичной мощности обуславливает нарастание интенсивности осуществления производственных процессов, которое без опережающего повышения качества трудовых процессов приводит к росту тяжелого, смертельного и группового травматизма персонала на угольных разрезах.

Выполненные исследования показали, что за последние 10 лет на типичном, динамично развивающемся угольном разрезе компании АО «СУЭК», занимающей лидирующие позиции в угольной отрасли по объемам производства, производительности и безопасности труда, средняя вместимость ковша экскаваторов возросла с 11,9 до 21 м³, их производительность – с 2267 до 7948 тыс. м³/год, средняя грузоподъемность автосамосвалов – с 89,4 до 167,5 т, производительность – с 976 до 2570 тыс. т/год (рис. 1). Средняя мощность бурового оборудования за этот период возрастала с 144 до 252 кВт, средняя скорость подвигания фронта горных работ – с 75 до 230 м/год.

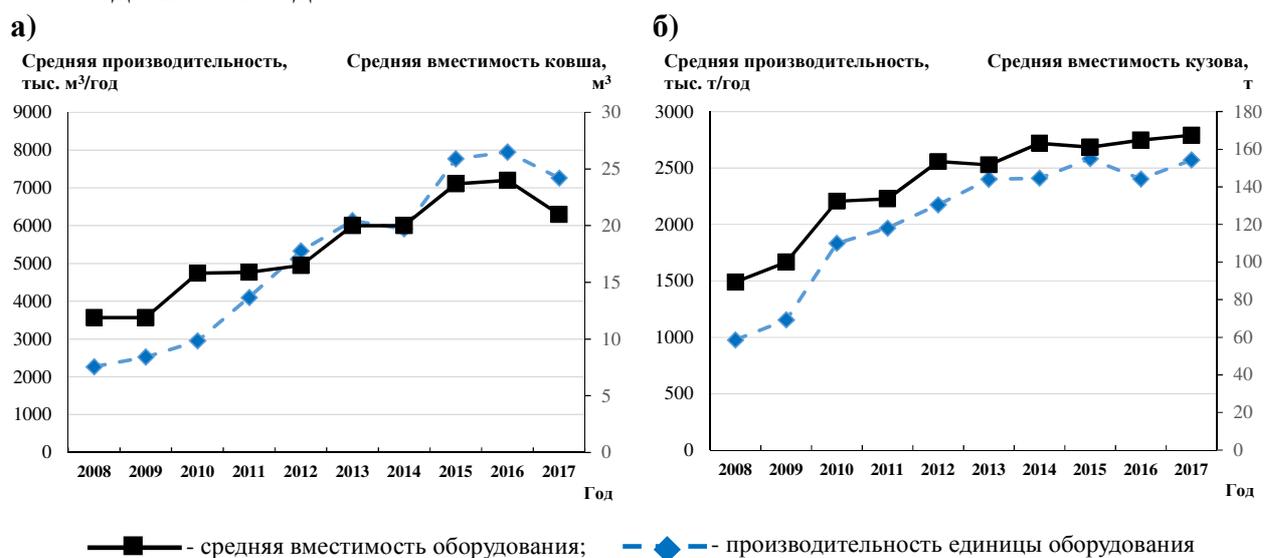


Рисунок 1 – Изменение вместимости и производительности горнотранспортного оборудования на разрезе «Тугнуйский»:
а) экскаваторы; б) автосамосвалы

Рост единичной мощности экскаваторов и автосамосвалов составил 1,9 раза, производительности экскаваторов 3,2 раза, автосамосвалов – 2,6 раза (рис. 2).

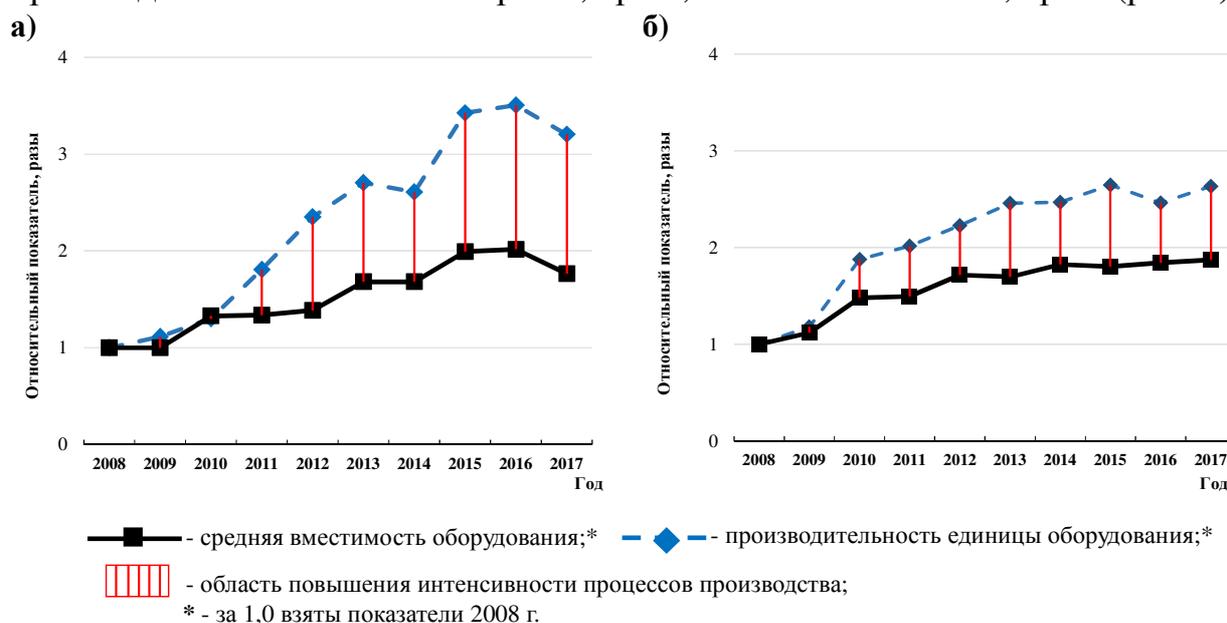


Рисунок 2 – Изменение относительной вместимости и производительности горнотранспортного оборудования на разрезе «Тугнуйский»:
 а) экскаваторы; б) автосамосвалы

Это привело к росту интенсивности процессов, оцениваемой как отношение роста производительности оборудования к росту его мощности, по экскаваторам в 1,82 раза, по автосамосвалам – в 1,41 раза. В целом по рассматриваемому оборудованию интенсивность возросла в среднем в 1,61 раза (рис. 3).

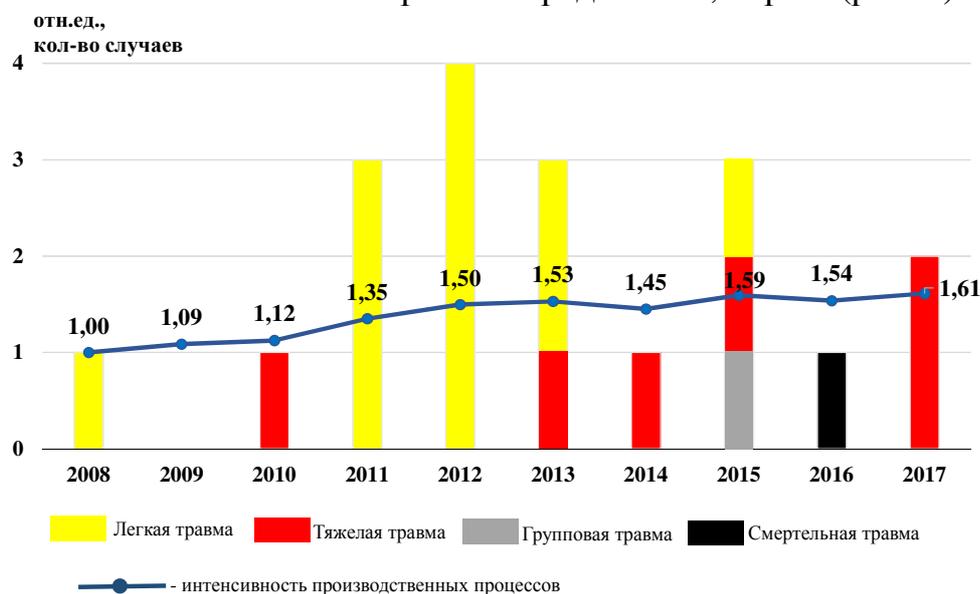


Рисунок 3 – Интенсивность производственных процессов и травматизм на разрезе «Тугнуйский»

Анализ результатов деятельности по обеспечению безопасности труда и производительности оборудования на разрезе «Тугнуйский», который имеет среднюю динамику интенсивности процессов, показал, что ее увеличение обусловило возрастание риска травмирования персонала, проявившегося в увеличении количества тяжелых, смертельных и групповых травм (см. рис. 3).

Расчеты показывают, что возрастание интенсивности наблюдается на всех угольных разрезах АО «СУЭК» и составляет от 1,14 до 3,28 раза (рис. 4). Нехарактерная динамика интенсивности производственных процессов на разрезе «Изыхский» была обусловлена неустойчивостью спроса на уголь.

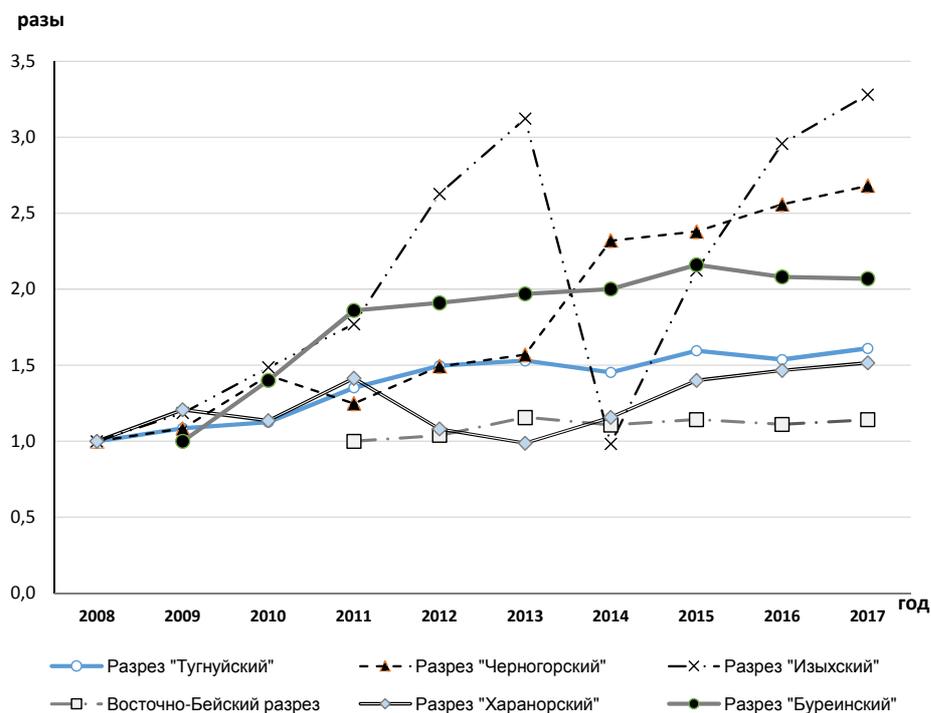


Рисунок 4 – Интенсивность производственных процессов по угольным разрезам АО «СУЭК»

Неподготовленность персонала к работе в изменяющихся условиях труда и неподготовленность процессов и условий к эффективной работе приобретаемого мощного горнотранспортного оборудования закономерно приводят к росту риска травмирования персонала. Кроме того, для обеспечения окупаемости проводимого технико-технологического перевооружения на предприятиях зачастую увеличивают интенсивность труда. В результате дополнительно возрастает вероятность попадания работника под негативное воздействие технических факторов.

Анализ более 50 случаев травмирования персонала за пять лет по всем разрезам АО «СУЭК» и причин их возникновения позволяет утверждать, что негативные события с различной степенью тяжести последствий напрямую или косвенно связаны с техническими факторами, действие которых обусловлено организационными факторами (табл. 1).

В основе производственного процесса находится трудовой, под которым в работе понимается совокупность действий и взаимодействия его персонала при создании продуктов или услуг, необходимых для осуществления производственного процесса угледобычи открытым способом.

Для снижения возможности реализации рисков при осуществлении трудовых процессов предложено выделить основные элементы этих процессов, состояние которых оказывает влияние на риск травмирования. К таким элементам относятся: персонал, оборудование, рабочие процессы и условия, в

которых они осуществляются. Их состояние и соединение в конкретный трудовой процесс обуславливают его качество. Это подтверждает, что в условиях увеличения интенсивности трудовых процессов, обусловленной опережающей динамикой производительности оборудования над его мощностью, необходимо опережающее повышение качества трудовых процессов.

Таблица 1 – Примеры влияния факторов на возникновение негативных событий

Негативное событие	Факторы	
	Технические	Организационные
Наезд автосамосвала БелАЗ-7530 на идущего со смены водителя другого автосамосвала БелАЗ-7530 во время регламентированного приема-передачи смены	Движение автосамосвала БелАЗ-7530 грузоподъемностью 220 т	Неудовлетворительная организация производства работ – отсутствие четкого регламента передвижения персонала во время приема-передачи смены
Воздействие движущейся части грохота на стопу пострадавшей во время проведения уборки грохота	Движущаяся часть грохота	Несоблюдение регламента уборки грохота – нахождение пострадавшей в опасной зоне включенного конвейера
Травмирование трех работников ударной волной высвободившегося потока воздуха из задних правых колес автосамосвала БелАЗ-75306 при демонтаже задних колес	Поток воздуха из сверхгабаритной шины под высоким давлением (7,6 МПа)	Несоблюдение регламента демонтажа колес автосамосвала
Травмирование работника в результате его падения в бункер питателя при очистке приемных элементов вагоноопрокидывателя от негабаритных кусков угля	Падение с высоты	Отсутствие организационного регламента на проведение данного вида работ
Падение опоры электропередач с электрослесарем (слесарем) дежурным и по ремонту оборудования при демонтаже линии	Падение с высоты	Нарушение регламента осмотра и подготовки рабочего места
Придавливание помощника машиниста шагающего экскаватора ЭШ 10/70 к навалам контргрузом экскаватора	Движение контргруза экскаватора ЭШ 10/70	Отсутствие контроля со стороны руководства участка за ведением работ в опасных условиях
Придавливание машиниста шагающего экскаватора ЭШ 10/70 ковшом экскаватора	Движение ковша экскаватора ЭШ 10/70	Отсутствие контроля со стороны руководства участка за ведением работ в опасных условиях
В результате самопроизвольного движения тепловоза ТГМ-23Б пострадавшие были прижаты к раме стоящих ходовых тележек	Движение маневрового тепловоза ТГМ-23Б	Устный, неподготовленный наряд; невыполнение операции по закреплению тепловоза при помощи тормозных башмаков
Травмирование позвонков в результате касательного удара машиниста экскаватора по голове секцией крыши экскаватора ЭКГ-6,3 при выполнении работ по ее демонтажу	Движение крыши экскаватора ЭКГ-6,3	Нарушение «Инструкции по охране труда для машиниста экскаватора»
Травмирование лица пострадавшего вследствие удара сорвавшейся ветвью стропы при производстве работ по установке (монтажу) седлового подшипника на экскаваторе с вместимостью ковша 41м ³	Движение ветви стропы	Нарушение технологического процесса

■ тяжелая травма ■ смертельная травма ■ групповая травма

2. В условиях увеличения мощности и производительности горнотранспортного оборудования при повышении качества трудовых процессов риск травмирования персонала убывает по экспоненциальной зависимости с интервалом релаксации 0,317 относительных единиц коэффициента качества трудового процесса.

Реализация рисков, связанных с влиянием технических и организационных факторов на работников, возможна при попадании человека в опасную зону.

Вероятность попадания человека в такую зону обусловлена организацией трудового процесса, приводящей к конкретному сочетанию элементов трудового процесса, выделенных в обосновании научного положения 1. Для принятия управленческих решений по обеспечению требуемых параметров безопасности и эффективности производства необходимо учитывать состояние элементов трудового процесса относительно обеспеченности безопасности, а значит нужно их оценивать.

Подготовленность условий, процессов, оборудования и работника обуславливают непопадание в опасную зону как его самого, так и его смежника. Анализ причин травмирования в аспекте состояния элементов трудового процесса и мер, необходимых для недопущения негативного события, позволил определить 4 характеристики и выделить 4 уровня состояния каждого из элементов (табл. 2).

Таблица 2 – Характеристики состояний элементов трудового процесса

Характеристика 1	Характеристика 2	Характеристика 3	Характеристика 4
Персонал – относительно выполнения им трудовой функции			
Информирование работником руководителя о состоянии элементов трудового процесса и ОПС	Квалификация работника	Отношение работника к безопасности и эффективности производства	Взаимоотношения и взаимодействие внутри коллектива и со смежниками
4 3 2 1	4 3 2 1	4 3 2 1	4 3 2 1
Оборудование			
Срок эксплуатации	Техническое состояние	Квалификация и постоянство обслуживающего персонала	Освоенность в производстве
4 3 2 1	4 3 2 1	4 3 2 1	4 3 2 1
Рабочий процесс			
Стандартизованность процесса	Наличие техники большой единичной мощности	Подготовленность процессов	Контроль осуществления процесса
4 3 2 1	4 3 2 1	4 3 2 1	4 3 2 1
Условия труда			
Размещение рабочего места	Подготовленность условий	Наличие средств защиты работника от воздействия опасных факторов	Контроль условий труда
4 3 2 1	4 3 2 1	4 3 2 1	4 3 2 1

1 2 3 4 – шкала для оценки уровня состояния элемента по его характеристике.

Характеристики состояния элементов трудового процесса могут выступать в качестве критериев оценки их состояния и процесса в целом.

Состояние каждого элемента трудового процесса оценивается по сочетанию всех его характеристик. Формула для расчета коэффициента состояния представлена в общем виде (1) и на примере элемента «персонал» (2):

$$K_{C_i} = \prod_{j=1}^4 B_j^i, \quad (1)$$

где K_{C_i} – коэффициент состояния i -го элемента трудового процесса;

B_j^i – уровень по j-й характеристике i-го элемента, балл.

$$K_{C\Pi} = B_1^{\Pi} \cdot B_2^{\Pi} \cdot B_3^{\Pi} \cdot B_4^{\Pi}, \quad (2)$$

где $K_{C\Pi}$ – коэффициент состояния персонала (Π);

$B_1^{\Pi}, B_2^{\Pi}, B_3^{\Pi}, B_4^{\Pi}$ – уровень, соответственно, по 1, 2, 3 и 4 характеристикам персонала, балл.

С учетом значений коэффициента состояния каждого из элементов трудового процесса выделено 4 категории (**A, B, C, D**), каждой из которых присущи отличительные качественные характеристики (табл. 3).

Таблица 3 – Категории состояния элементов трудового процесса и их характеристика

Категория / диапазон, баллы	Характеристика		
	работника	процессов, условий, оборудования	контроля элемента
A 192÷256	Способен надежно контролировать производственную ситуацию и постоянно повышать уровень безопасности и эффективности производства (снижать уровень риска)	Соответствуют высокому уровню безопасности и эффективности производства, способствует осуществлению/осуществляется при стабильной производственной ситуации и минимальном уровне риска	Не нуждается в контроле – достаточны редкие внезапные проверки
B 54÷191	Способен обеспечивать приемлемый уровень безопасности и эффективности производства самостоятельно и частично контролировать действия работников категории C	Соответствуют приемлемому уровню безопасности и эффективности производства при периодическом контроле	Нуждается в периодическом контроле, проверки обязательны
C 16÷53	Способен обеспечивать приемлемый уровень безопасности и эффективности только под постоянным контролем	Соответствуют приемлемому уровню безопасности и эффективности производства при постоянном контроле	Нуждается в постоянном контроле со стороны работника категории B и страхующем контроле со стороны работника категории A
D 1÷15	Не способен обеспечивать приемлемый уровень безопасности и эффективности	Не соответствуют приемлемому уровню безопасности и эффективности производства	Не допускать до работы (остановить выполнение функции) до перевода в более высокую категорию

Оценка основных элементов трудовых процессов, проведенная на наиболее характерном по технико-технологическому оснащению и уровню организации производства угольном разрезе «Тугнуйский», показала, что они соответствуют требуемым параметрам, обеспечивающим приемлемый уровень риска, менее чем на 50%: персонал на 19-38%, оборудование – 34-37%, рабочие процессы – 38-46%, условия их осуществления – 42-48%.

В зависимости от состояния элементов и их соединения в трудовой процесс формируется определенное качество этого процесса, под которым понимается степень соответствия состояния его элементов и параметров

безопасности целевому. Целевым параметром является такой параметр безопасности и эффективности производства, при котором маловероятно негативное событие с тяжелыми последствиями для жизни или здоровья персонала, а также с существенными производственными потерями. Критериями качества трудового процесса являются характеристики состояния элементов процесса и их соответствие требуемым значениям. Показателем – коэффициент качества трудового процесса, рассчитываемый по формуле:

$$K_{КТП} = \sqrt[4]{\prod_{i=1}^4 \frac{K_{C^i}}{256}} = \frac{\sqrt[4]{K_{C^П} \cdot K_{C^{Об}} \cdot K_{C^{Пр}} \cdot K_{C^{Ус}}}}{256}, \quad (3)$$

где $K_{КТП}$ – коэффициент качества трудового процесса;

$K_{C^П}$, $K_{C^{Об}}$, $K_{C^{Пр}}$, $K_{C^{Ус}}$ – коэффициент состояния персонала,

оборудования, процессов и условий, соответственно;

256 – максимально возможное значение баллов по состоянию каждого из элементов трудового процесса.

В соответствии с количеством категорий состояния элементов трудовых процессов выделены 4 уровня качества этих процессов: «высокий» (А), «средний» (В), «низкий» (С), «недопустимый» (D) (табл. 4) и определены численные диапазоны значений коэффициента $K_{КТП}$.

Таблица 4 – Уровни качества трудового процесса

Уровень качества	Характеристика	$K_{КТП}$
Высокий (А)	Процесс осуществляется ритмично в границах требуемых параметров безопасности (Б) и эффективности (Э) производства	>0,75
Средний (В)	Процесс осуществляется ритмично с допустимыми отклонениями от требуемых параметров Б и Э производства	0,75 – 0,21
Низкий (С)	Процесс осуществляется неритмично со значительными отклонениями от требуемых параметров Б и Э производства, при которых существует высокая вероятность травмирования персонала и потери работоспособности оборудования	0,21 – 0,06
Неприемлемый (D)	Процесс осуществляется неритмично с недопустимыми отклонениями от требуемых параметров Б и Э производства, при которых существует явная угроза тяжелого и смертельного травмирования персонала и потери работоспособности оборудования	<0,06

Представленный подход положен в базу мониторинга состояния трудовых процессов на предприятии, включающего визуальное отображение структуры трудовых процессов по их состоянию.

Согласно проведенных расчетов и анализа деятельности угольных разрезов АО «СУЭК» фактические средние значения коэффициента качества трудовых процессов на этих предприятиях находятся в пределах 0,3-0,5. Использование результатов расчетов позволило выявить зависимость риска травмирования персонала от качества трудовых процессов (рис. 5), надежность которой позволяет утверждать, что повышение качества трудовых процессов приводит к снижению риска травмирования. Связь риска травмирования описывается экспоненциальной функцией.

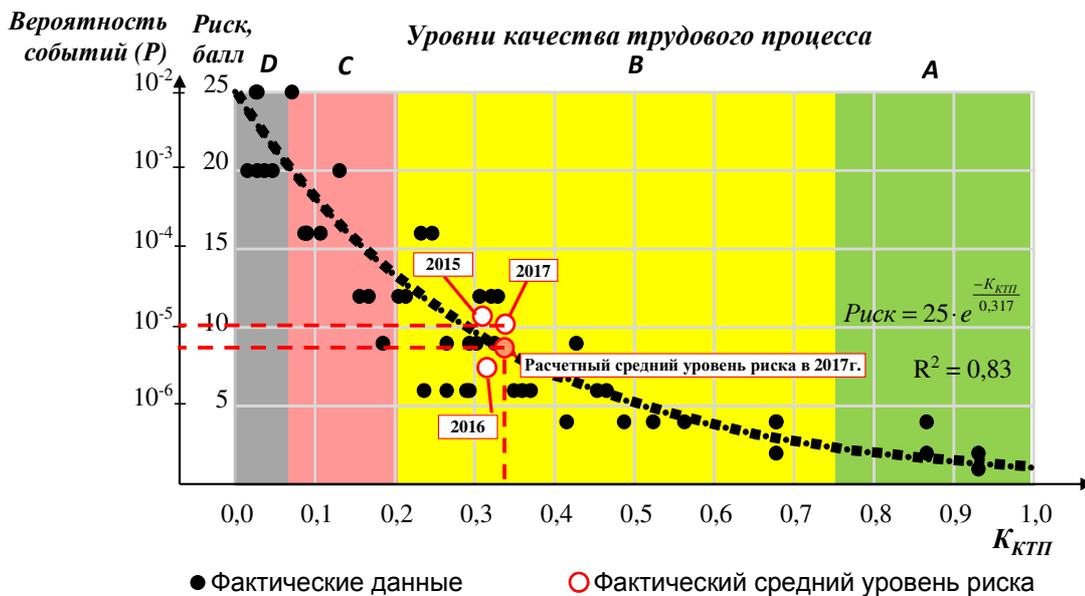


Рисунок 5 – Зависимость риска травмирования персонала от качества трудовых процессов

$$Риск = 25 \cdot e^{\frac{-K_{КТП}}{0,317}} \quad (4)$$

Область определения функции – коэффициент качества трудовых процессов находится в границах 0,02-0,93, область действительных значений функции: значения риска травмирования – от 1,07 до 24,7 баллов, вероятности событий – $0,2 \cdot 10^{-6}$ - 10^{-2} .

Интервал релаксации коэффициента качества трудового процесса равен 0,317, то есть снижение риска травмирования в e (2,718) раз происходит при увеличении коэффициента качества трудового процесса на 0,317.

Использование данной зависимости позволяет определять риск травмирования персонала при фактическом качестве трудового процесса, прогнозировать риск при изменении организации производства и определять необходимое состояние элементов и процесса в целом для достижения требуемого риска травмирования.

При высоком уровне качества (А) трудового процесса он осуществляется в границах требуемых параметров безопасности и эффективности производства. В таких условиях вероятность попадания персонала в зону негативного влияния опасных факторов низка по причинам: соответствующего уровня состояния персонала, относительно безопасного состояния технических и организационных факторов, ритмичной работы и достаточной точности прогноза развития ситуации.

При неприемлемом уровне (D) – процесс осуществляется с недопустимыми отклонениями от требуемых параметров безопасности и эффективности производства, при которых существует явная угроза тяжелого и смертельного травмирования персонала и потери работоспособности оборудования. В таких условиях вероятность попадания персонала в зону негативного влияния опасных факторов высока по причинам: низкого уровня состояния персонала, опасного состояния технических и организационных

факторов, неупорядоченного и неритмичного производства и низкой точности прогноза развития ситуации.

3. Целевой уровень качества трудовых процессов угольного разреза достигается применением методики, включающей критерии выявления, алгоритм нормализации, разработку и освоение новых стандартов осуществления процессов с высоким риском травмирования, отличающейся наличием инструментария для организации непрерывного мониторинга их состояния.

Для поэтапного перевода трудовых процессов на необходимый уровень их качества разработан методический инструментарий организации обеспечения производства угольного разреза, включающий критерии и показатели состояния трудовых процессов, схему организации деятельности по повышению качества трудовых процессов, мониторинг состояния трудовых процессов и методику повышения их качества.

В качестве исходной методической предпосылки принята разработанная другими исследователями категория – опасная производственная ситуация (ОПС), представляемая как совокупность факторов, обуславливающих риск травмирования персонала в трудовом процессе. Рассмотрение ОПС как ситуации, в которой существует реальная угроза жизни и здоровью работников, а также вероятность экономических потерь, обусловленных отклонениями в протекании трудовых процессов, позволяет ее использовать в качестве индикатора состояния этих процессов. Выявление ОПС позволяет целенаправленно находить трудовые процессы с высоким уровнем риска и организовывать работу по повышению их качества.

Этот подход обуславливает содержание первого этапа работ по повышению качества трудовых процессов. На этом этапе персонал предприятия получает навыки распознавания опасных производственных ситуаций. Для оценки результативности работы по выявлению и устранению ОПС необходим учет состояния и динамики основных показателей, таких как количество ОПС и риск травмирования персонала, коэффициенты устраняемости и повторяемости ситуаций, средний срок существования ОПС. В совокупности применение этих показателей позволяет контролировать эффективность освоения персоналом работы по повышению качества процессов на основе выявления и устранения опасных производственных ситуаций.

На втором этапе необходимо налаживание системы, которая позволяет заблаговременно выявлять ОПС и принимать меры по их недопущению. Для решения этой задачи целесообразно выделять следующие классы ОПС: потенциальные, характерные и оперативно выявляемые (рис. 6). Потенциальные – это те, которые могут возникнуть. Они выявляются при месячном планировании производства, что позволяет своевременно принимать упреждающие меры. Характерные – это те, которые часто возникают и присущи сформированной на предприятии системе работы. Их учет и анализ позволяет выявлять общие для производственных участков причины возникновения ОПС и совместными усилиями руководителей и специалистов участков находить рациональные решения. Оперативно выявляемые – те, которые возникли в текущей

деятельности. Они учитываются при сменно-суточном планировании производства и позволяют провести корректирующие воздействия в организации исполнения планов в сменах. По каждому классу ОПС определяются и реализуются меры, позволяющие не допускать возникновения прогнозируемых и устранять ранее выявленные ОПС.



Рисунок 6 – Схема организации деятельности по повышению качества трудовых процессов на угольном разрезе

На третьем этапе руководителями и специалистами предприятия и структурных подразделений осуществляется формирование системы повышения качества трудовых процессов и удержания его на требуемом уровне посредством разработки и освоения стандартов.

Особенностью организации деятельности по повышению качества процессов (см. рис. 6) является формирование системы мониторинга состояния трудовых процессов и ОПС (рис. 7) и налаживания на этой базе взаимодействия между руководителями служб, начальниками структурных подразделений и операционным персоналом для обеспечения согласованного поэтапного перевода трудовых процессов на требуемый уровень безопасности и эффективности производства.

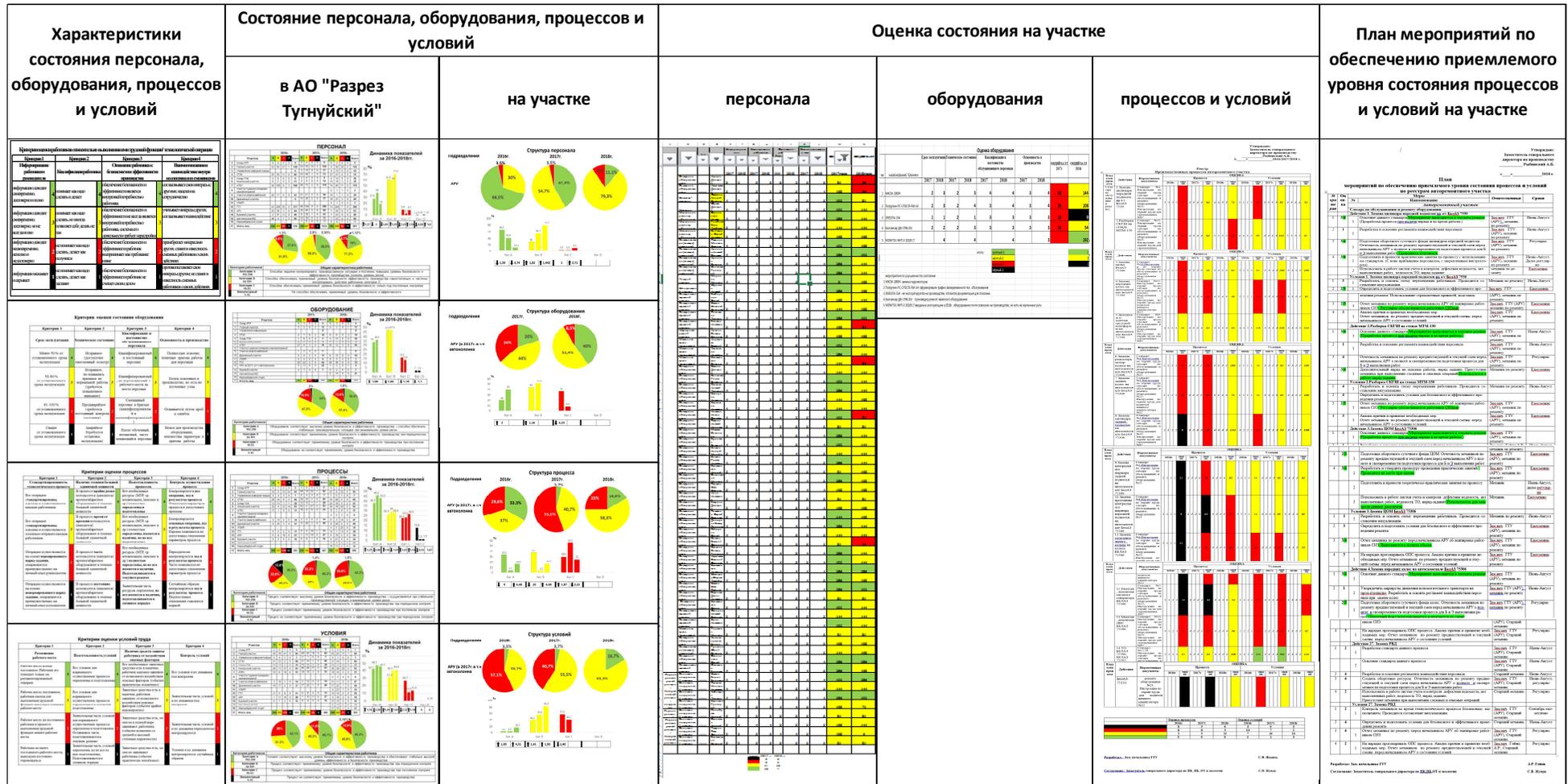


Рисунок 7 – Пример визуализации модели системы мониторинга в авторемонтном участке

Для этой деятельности разработана соответствующая методика, которая базируется на установленной зависимости риска травмирования персонала от качества трудовых процессов (рис. 8).

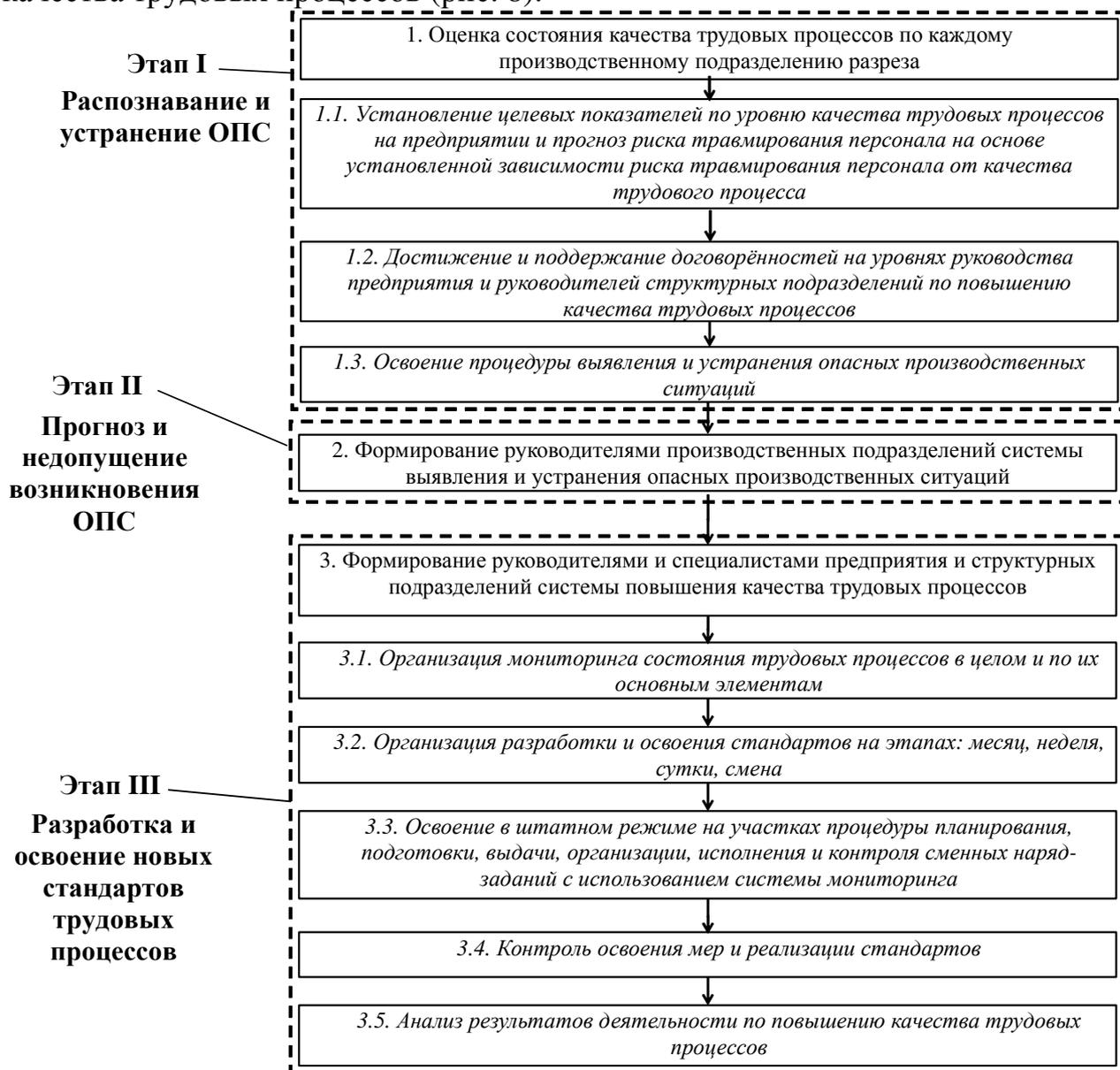


Рисунок 8 – Методика повышения качества трудовых процессов на угольном разрезе

В деятельности по повышению качества процессов на III этапе необходимо выделять два направления. У руководителей – это создание условий для безопасного и эффективного труда и организация деятельности персонала на основе разработки и освоения стандартов, у операционного персонала – освоение и применение стандартов.

Разработанное методическое обеспечение опробовано и осваивается в АО «Разрез Тугнуйский», ООО «Восточно-Бейский разрез», на разрезе «Черногорский» ООО «СУЭК-Хакасия». Регулярно осуществляется анализ и обобщение результатов этой деятельности. Его реализация на разрезе «Тугнуйский» позволила за 3 года снизить риск травмирования по 130 характерным ОПС в 2,6 раза, повысить эффективность производства и получить экономический эффект более 100 млн. рублей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертации, на основании выполненного автором исследования влияния качества трудового процесса на риск травмирования персонала решена актуальная научно-практическая задача, заключающаяся в развитии методического обеспечения организации повышения безопасности производства на угольных разрезах в условиях нарастания мощности горнотранспортного оборудования и интенсивности его использования.

Основные выводы, научные и практические результаты работы, полученные автором, заключаются в следующем:

1) Выполненные исследования показали, что за последние 10 лет на типичном, динамично развивающемся угольном разрезе компании АО «СУЭК», занимающей лидирующие позиции в угольной отрасли по объемам производства, производительности и безопасности труда, средняя грузоподъемность автосамосвалов возросла с 89,4 до 167,5 т, их производительность – с 976 до 2570 тыс.т/год, средняя вместимость ковша экскаваторов – с 11,9 до 21 м³, их производительность – с 2267 до 7948 тыс.м³/год, средняя мощность бурового оборудования с 144 до 252 кВт, средняя скорость подвигания фронта горных работ с 75 до 230 м/год. Рост единичной мощности оборудования составил до 1,9 раза, его производительности – до 3,5 раз. Это обусловило рост интенсивности процессов по экскавации в 1,82 раза, по транспортированию в 1,41 раза и в среднем по этим процессам в 1,61 раза, что без соответствующей их организации повышает вероятность возникновения негативных событий, а применение мощного и крупногабаритного оборудования повышает возможную тяжесть этих событий. Подобная ситуация характерна для угольных разрезов РФ.

2) Обоснованы критерии качества трудового процесса – характеристики состояния его элементов, и показатели – коэффициенты состояния каждого элемента трудового процесса (K_c^i) и коэффициент качества трудового процесса в целом ($K_{КТП}$). Выделено четыре уровня качества трудового процесса: «высокий» $K_{КТП} > 0,75$, «средний» $0,75 \geq K_{КТП} \geq 0,21$, «низкий» $0,21 > K_{КТП} \geq 0,06$ и «недопустимый» $K_{КТП} < 0,06$. Фактические средние значения коэффициента качества трудовых процессов на угольных разрезах АО «СУЭК» находятся в пределах 0,3-0,5.

3) Доказано, что необходимый темп развития организации производства достигается повышением качества трудовых процессов, под которым понимается придание ему совокупности свойств, обеспечивающей приемлемый уровень риска травмирования персонала. Выделены основные элементы трудового процесса: персонал, оборудование, рабочие процессы, условия их осуществления. Оценка трудовых процессов, проведенная на наиболее характерном по технико-технологическому оснащению и уровню организации производства на угольном разрезе «Тугнуйский», показала, что основные элементы трудового процесса соответствуют требуемым параметрам по состоянию: персонала на 19-38%, оборудования – 34-37%, рабочих процессов – 38-46%, условий труда – 42-48%,

что свидетельствует о значительных возможностях по повышению качества трудовых процессов.

4) Выявлено влияние качества трудового процесса на риск травмирования персонала, описываемое убывающей экспоненциальной функцией с интервалом релаксации 0,317 относительных единиц коэффициента качества трудового процесса. Риск имеет конечные ненулевые значения при любом качестве процесса поскольку обусловлен вероятностным характером возникновения негативных событий. Неравномерность изменения риска обусловлена мерой упорядоченности трудового процесса и устойчивости его протекания. Область определения функции – значения интегрального коэффициента качества трудовых процессов находится в границах 0,02-0,93, область значений функции – риск травмирования от 1,07 до 24,7 баллов. Использование данной зависимости позволяет определять риск травмирования персонала при фактическом качестве трудового процесса, прогнозировать риск при изменении организации производства и определять необходимое состояние элементов для достижения требуемого риска травмирования.

5) Разработано методическое обеспечение организации производства угольного разреза в условиях нарастания рисков, включающее критерии и показатели качества трудовых процессов, а также методику повышения их качества, основанную на стандартизации процессов. Методическое обеспечение позволяет разрабатывать меры по каждому элементу, освоение которых способствует поэтапному переводу трудового процесса на требуемый уровень качества. Деятельность по повышению качества трудового процесса включает в себя два направления: у руководителей – создание условий для безопасного и эффективного труда и организация деятельности персонала на основе разработки и освоения стандартов, у операционного персонала – освоение и применение стандартов.

6) Деятельность по повышению качества трудовых процессов рекомендуется осуществлять в три этапа: первый – «распознавание и устранение опасных производственных ситуаций», на котором осуществляется освоение персоналом разреза инструментария выявления и устранения опасных производственных ситуаций – индикаторов качества трудовых процессов; второй – «прогноз и недопущение ОПС», включающий формирование руководителями производственных подразделений системы выявления и недопущения опасных производственных ситуаций; третий – «разработка и освоение новых стандартов трудовых процессов», направленный на формирование руководителями и специалистами предприятия и структурных подразделений системы повышения качества трудовых процессов.

7) Разработанное методическое обеспечение опробовано и осваивается на предприятиях АО «СУЭК». Его реализация на разрезе «Тугнуйский» позволила за 3 года снизить риск травмирования по 130 характерным ОПС в 2,6 раза, повысить эффективность производства и получить экономический эффект более 100 млн. рублей за счет недопущения реализации ОПС с высокими уровнями риска и тяжести травмирования.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих трудах:

Статьи в научных журналах, рекомендуемых ВАК РФ:

1. **Жунда С.В.** Через повышение безопасности – к повышению эффективности производства //Открытые горные работы в XXI веке - 1: Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал) Mining Informational and analytical Bulletin scientific and technical journal. – 2015. – № 10 (специальный выпуск №45-1). – С. 181-198.

2. Кулецкий В.Н., **Жунда С.В.**, Рыбинский А.Б., Довженок А.С., Галкин А.В. Совершенствование текущего планирования и организации работ на разрезе «Тугнуйский» на основе контроля опасных производственных ситуаций: Отдельная статья //Совершенствование деятельности по обеспечению безопасности производства на угледобывающих предприятиях: Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал) Mining Informational and analytical bulletin (scientific and technical journal). – 2015. – № 12 (спец. выпуск 70). – С. 17-24.

3. Кулецкий В.Н., **Жунда С.В.**, Довженок А.С., Галкин А.В. Организация работы по повышению уровня безопасности производства в АО «Разрез Тугнуйский» //Уголь. – 2016. – № 11 (1088). – С. 58-63.

4. Кулецкий В.Н., **Жунда С.В.**, Галкин А.В. Формирование эффективной системы производственного контроля на разрезе «Тугнуйский» для устранения условий труда, при которых возможны групповые, смертельные и тяжелые травмы //Уголь. – 2017. – № 2 (1091). – С. 23-29.

5. Килин А.Б., Азев В.А., Кулецкий В.Н., **Жунда С.В.**, Галкин А.В. Организация и проведение перекрестного аудита состояния безопасности производства //Уголь. – 2017. – № 5 (1094). – С. 80-83.

6. Кулецкий В.Н., **Жунда С.В.**, Довженок А.С. Организация повышения экономической результативности функционирования системы обеспечения безопасности ремонтных процессов в АО «Разрез Тугнуйский» //Открытые горные работы в XXI веке: результаты, проблемы и перспективы развития-1. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал) Mining Informational and analytical bulletin (scientific and technical journal). – 2017. – № 12 (специальный выпуск 37). – С. 143-148.

7. Кулецкий В.Н., **Жунда С.В.**, Лисовский В.В., Довженок А.С., Галкин А.В. Перекрестный аудит безопасности труда как средство снижения риска травмирования персонала //Уголь. – 2018. – № 3. – С. 80-87.

8. **Жунда С.В.**, Степашкин А.Л., Довженок А.С. Повышение ценности руководимого – главная задача руководителя //Уголь. – 2018. – №10. – С. 90-92.

9. Кулецкий В.Н., **Жунда С.В.**, Довженок А.С., Галкин А.В., Полещук М.Н. Методика повышения качества трудовых процессов: [Отдельная статья] //Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2018. — № 9 (спец.выпуск 42). – 40 с. – М.: Издательство «Горная книга».