МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «УДМУРТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНСТИТУТ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ
КАФЕДРА БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

20.03.01 «Техносферная безопасность»
Профиль 20.03.01.07 – «Безопасность в нефтегазовом комплексе»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

(дипломная работа)

на тему:

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ТРУДА ОПЕРАТОРА СТАНКОВ С ЧПУ И РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО УЛУЧШЕНИЮ УСЛОВИЙ ТРУДА И СНИЖЕНИЮ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ НА ПРЕДПРИЯТИИ ООО "МЕТСНАБ"

Работу выполнил:
студент группы ЗУсБ–20.03.01.07–41
Колоколов Т. С._____

Научный руководитель:
к. пс. н., доцент
Мерзлякова Д.Р._____

Зав. Кафедрой:
к.пс.н., доцент
Мерзлякова Д.Р._____

9.04.26.

Ижевск – 2026

ВКР УдГУ

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4

1 ГЛАВА АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ТРУДА И ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ ОПЕРАТОРА СТАНКОВ С ЧПУ НА ПРЕДПРИЯТИИ ООО «МЕТСНАБ» 7

1.1 Характеристика предприятия ООО «МетСнаб» и рабочего места оператора станков с ЧПУ 7

1.2 Нормативно-правовая база и требования охраны труда и промышленной безопасности для работ оператора ЧПУ 10

1.3 Идентификация вредных и опасных производственных факторов на рабочем месте оператора ЧПУ 13

1.4 Анализ условий труда по результатам СОУТ (при наличии) и оценка соответствия требованиям безопасности 18

1.5 Оценка профессиональных рисков оператора станков с ЧПУ: методика, расчёты, ранжирование топ-рисков 24

1.6 Выводы по главе 1 31

2 ГЛАВА РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОПТИМИЗАЦИИ УСЛОВИЙ ТРУДА ОПЕРАТОРА СТАНКОВ С ЧПУ НА ПРЕДПРИЯТИИ ООО «МЕТСНАБ» 33

2.1 Обоснование выбора мероприятий, принципы приоритезации и целевые показатели 33

2.2 Технические мероприятия (инженерные решения) по снижению рисков и организационные мероприятия (регламенты, обучение, контроль) 34

2.3 Средства индивидуальной защиты и дерматологическая защита как дополнительный барьер 42

2.4 План внедрения мероприятий и ожидаемый эффект снижения риска 42

2.5 Вывод по главе 2 44

3 ГЛАВА ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДЛОЖЕННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ И ПЕРЕРАСЧЁТ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ 46

ВКР УлГУ

3.1 Исходные данные и методика перерасчёта профессиональных рисков .. 46
3.2 Перерасчёт профессиональных рисков после внедрения мероприятий . 47
3.3 Сравнительный анализ эффективности мероприятий и интегральные показатели 49
3.4 Дополнительные расчёты (обоснование отдельных мероприятий) 51
3.5 Вывод по главе 3 69
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 70
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 72
ПРИЛОЖЕНИЯ 82

ВКР УДГУ

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы выпускной квалификационной работы обусловлена необходимостью системного управления профессиональными рисками на рабочих местах операторов станков с числовым программным управлением (ЧПУ) на предприятиях металлообработки. Несмотря на автоматизацию части операций, рабочее место оператора ЧПУ сохраняет совокупность опасностей: травмоопасные механические факторы (вращающиеся части, разлёт стружки), факторы рабочей среды (шум, аэрозоли смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ), пыль), а также факторы трудового процесса (статическая нагрузка, зрительное напряжение, утомление). Управление этими факторами является ключевым элементом охраны труда и устойчивости производственного процесса [25, 27, 26, 7, 14, 2].

Проблема, рассматриваемая в работе, заключается в том, что ряд потенциально критичных опасных событий на рабочем месте оператора ЧПУ может не иметь официально зарегистрированных инцидентов, однако при расчётной оценке профессиональных рисков выявляется повышенный уровень вероятности и/или тяжести последствий отдельных сценариев. Это требует обоснования «наличия проблемы» расчётами и разработки мероприятий, направленных на снижение риска до приемлемого уровня с последующим перерасчётом показателей «было/стало» [27, 7, 14].

Цель работы — проанализировать условия труда оператора станков с ЧПУ и разработать комплекс мероприятий по улучшению условий труда и снижению профессиональных рисков персонала предприятия ООО «МетСнаб»

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

ВКР УлГУ

1) проанализировать условия труда оператора станков с ЧПУ на предприятии ООО «МетСнаб», включая характеристику рабочего места, нормативно-правовые требования, идентификацию вредных и опасных факторов и оценку профессиональных рисков;

2) разработать комплекс технических и организационных мероприятий, и мер по применению СИЗ, направленных на улучшение условий труда и снижение профессиональных рисков оператора станков с ЧПУ;

3) оценить эффективность предложенных мероприятий на основе перерасчёта профессиональных рисков и анализа динамики показателей безопасности в числовом выражении.

Объект исследования — рабочее место оператора металлообрабатывающего станка с ЧПУ на предприятии ООО «МетСнаб».

Предмет исследования — условия труда, вредные и опасные производственные факторы и профессиональные риски оператора ЧПУ, а также методы и мероприятия по их снижению.

Методы исследования: анализ нормативной и научной литературы; идентификация опасностей; матричная оценка риска (вероятность P × тяжесть последствий S) и ранжирование рисков; применение расширенного показателя приоритета риска (RPN) для уточнения приоритетов; сравнительный анализ «до/после»; графическая интерпретация результатов (структура рисков, диаграмма Парето); сценарный (чувствительный) анализ достижения целевых значений показателей риска [7, 14, 2, 12, 9, 36].

Практическая значимость работы заключается в формировании прикладного набора регламентов и форм (чек-лист начала смены, программа инструктажа, контроль ограждений/блокировок, план мониторинга), а также в расчётном

ВКР УлГУ

обосновании эффективности мероприятий по снижению профессиональных рисков оператора ЧПУ, что может быть использовано при функционировании системы управления охраной труда предприятия [17, 7, 14].

Структура работы включает введение, три главы, заключение, список использованных источников и приложения.

ВКР УдГУ

1 ГЛАВА АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ТРУДА И ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ ОПЕРАТОРА СТАНКОВ С ЧПУ НА ПРЕДПРИЯТИИ ООО «МЕТСНАБ»

1.1 Характеристика предприятия ООО «МетСнаб» и рабочего места оператора станков с ЧПУ

Общество с ограниченной ответственностью «МетСнаб» осуществляет производственно-хозяйственную деятельность в сфере металлообработки и выполнения технологических операций по изготовлению и обработке металлических заготовок. Производственные процессы предприятия связаны с применением металлообрабатывающего оборудования, использованием режущего инструмента, смазочно-охлаждающих жидкостей и выполнением операций, требующих высокой точности и концентрации внимания. [24, 33].

Деятельность предприятия относится к категории работ с повышенным уровнем профессиональных рисков, что обусловлено воздействием на персонал опасных и вредных производственных факторов, характерных для металлообрабатывающей промышленности. В этой связи особое значение приобретает анализ условий труда конкретных профессий, в том числе оператора станков с числовым программным управлением. [25]

На предприятии ООО «МетСнаб» используются типовые универсальные металлообрабатывающие станки с ЧПУ, предназначенные для выполнения токарных и фрезерных операций. Данный тип оборудования широко применяется в промышленности и характеризуется высокой производительностью, но при этом

ВКР УдГУ

требует постоянного участия оператора в процессе подготовки, запуска и контроля обработки. [33].

Характеристика рабочего места оператора станков с ЧПУ:

Рабочее место оператора станков с ЧПУ представляет собой комплекс технических средств и элементов производственной среды, в пределах которых осуществляется трудовая деятельность работника. Основные элементы рабочего места оператора ЧПУ представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные элементы рабочего места оператора станков с ЧПУ

Элемент рабочего места	Характеристика
Металлообрабатывающий станок с ЧПУ	Универсальный станок для обработки металлических заготовок
Пульт управления	Панель управления программой обработки
Рабочая зона	Зона установки и снятия заготовок
Зона контроля	Визуальный контроль процесса обработки
Вспомогательный инструмент	Режущий и измерительный инструмент
Средства индивидуальной защиты	Спецодежда, защитные очки, перчатки

Функциональные обязанности оператора станков с ЧПУ

Основные трудовые операции оператора станков с ЧПУ включают:

- подготовку оборудования к работе и проверку его исправности;
- загрузку и установку заготовок;
- запуск программ обработки и контроль параметров резания;
- визуальный контроль качества обрабатываемых деталей;

ВКР УлГУ

- корректировку режимов обработки при необходимости;
- обслуживание рабочего места и соблюдение требований охраны труда.

Выполнение указанных операций требует от оператора высокой концентрации внимания, точности действий и соблюдения технологической дисциплины. Ошибки при работе на станках с ЧПУ могут приводить не только к браку продукции, но и к возникновению опасных ситуаций, угрожающих жизни и здоровью работника.

Режим труда и характер нагрузки:

Работа оператора станков с ЧПУ, как правило, осуществляется в сменном режиме с продолжительностью рабочей смены до 12 часов. Значительную часть времени оператор находится в статической рабочей позе, контролируя процесс обработки, что приводит к повышенной нагрузке на опорно-двигательный аппарат.

Для оценки характера трудовой нагрузки оператора станков с ЧПУ можно использовать обобщённую характеристику, представленную в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристика трудовой нагрузки оператора станков с ЧПУ

Показатель	Характеристика
Тип нагрузки	Физическая и психофизиологическая
Рабочая поза	Преимущественно стоя
Длительность статической нагрузки	До 60–70 % времени смены
Напряжение зрения	Высокое
Концентрация внимания	Постоянная

Предпосылки для возникновения профессиональных рисков:

ВКР УдГУ

Анализ характеристик рабочего места и трудовых функций оператора станков с ЧПУ позволяет выделить ряд факторов, создающих предпосылки для возникновения профессиональных рисков:

- постоянное воздействие шума от работающего оборудования;
- контакт с аэрозолями смазочно-охлаждающих жидкостей;
- длительная статическая нагрузка;
- напряжение зрения при визуальном контроле обработки;
- высокая ответственность за результат выполняемых операций.

Даже при соблюдении нормативных требований данные факторы при длительном воздействии могут оказывать неблагоприятное влияние на состояние здоровья работника и повышать вероятность профессиональных заболеваний и производственного травматизма.

Таким образом, рабочее место оператора станков с ЧПУ на предприятии ООО «МетСнаб» характеризуется сочетанием физических, химических и психофизиологических нагрузок, что обуславливает необходимость дальнейшего детального анализа условий труда и расчётной оценки профессиональных рисков, выполняемых в последующих подразделах выпускной квалификационной работы.

1.2 Нормативно-правовые требования в области охраны труда для оператора станков с ЧПУ

Обеспечение безопасных условий труда оператора станков с числовым программным управлением на предприятии ООО «МетСнаб» осуществляется в

ВКР УлГУ

соответствии с действующим законодательством Российской Федерации в области охраны труда, промышленной безопасности и санитарно-гигиенических норм. Соблюдение нормативно-правовых требований является обязательным условием предупреждения производственного травматизма и профессиональных заболеваний. [25, 22, 24, 33, 21].

Основополагающим документом в области охраны труда является Трудовой кодекс Российской Федерации, который устанавливает государственные гарантии прав работников на безопасные условия труда. В соответствии с ТК РФ работодатель обязан обеспечить безопасность работников при эксплуатации оборудования, зданий и сооружений, проводить обучение и инструктажи по охране труда, а также принимать меры по снижению уровней профессиональных рисков.

Для оценки условий труда оператора станков с ЧПУ применяется Федеральный закон от 28.12.2013 № 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда», определяющий порядок выявления вредных и опасных производственных факторов и установления классов условий труда. Результаты СОУТ используются для разработки и реализации мероприятий по улучшению условий труда и снижению воздействия вредных факторов. [27, 17, 18].

Обязательное социальное страхование работников от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний регулируется Федеральным законом № 125-ФЗ, который направлен на защиту прав работников и стимулирование работодателя к созданию безопасных условий труда. [26].

При эксплуатации металлообрабатывающих станков с ЧПУ должны соблюдаться правила по охране труда при работе на металлорежущих станках, а также санитарные нормы и правила, регламентирующие допустимые уровни шума, вибрации, параметры микроклимата и освещённости рабочей зоны. Несоблюдение данных требований может приводить к ухудшению состояния здоровья оператора,

ВКР УлГУ

росту утомляемости и повышению вероятности ошибок при управлении оборудованием. [16, 7, 2, 3, 5, 4, 22, 33].

Важную роль в системе охраны труда играют локальные нормативные акты предприятия ООО «МетСнаб», включающие инструкции по охране труда для оператора станков с ЧПУ, программы обучения и инструктажей, положения о системе управления охраной труда, а также журналы учёта и контроля. [14, 24].

Таким образом, нормативно-правовая база формирует комплекс обязательных требований, направленных на обеспечение безопасных условий труда оператора станков с ЧПУ и снижение уровня профессиональных рисков. [27, 16, 14, 6, 20, 22, 24, 33].

Таблица 3 – Основные нормативно-правовые документы, регулирующие охрану труда оператора станков с ЧПУ

Нормативный документ	Область регулирования
Трудовой кодекс РФ	Общие требования охраны труда и обязанности работодателя
ФЗ № 426-ФЗ «О СОУТ»	Оценка условий труда и классы условий труда
ФЗ № 125-ФЗ	Социальное страхование от НС и профзаболеваний
Правила по охране труда при работе на металлорежущих станках	Безопасность эксплуатации станков
СанПиН	Гигиенические требования к условиям труда

ВКР УдГУ

Таблица 4 – Нормативные требования к условиям труда оператора станков с ЧПУ

Фактор производственной среды	Нормативное требование
Уровень шума	Не превышать предельно допустимые значения
Вибрация	Ограничение воздействия на рабочем месте
Микроклимат	Соответствие оптимальным и допустимым параметрам
Освещённость	Обеспечение достаточной освещённости рабочей зоны
Воздушная среда	Снижение концентрации аэрозолей СОЖ и пыли

Связь нормативных требований с дальнейшими расчётами:

Анализ нормативно-правовых требований показывает, что даже при формальном соблюдении установленных норм длительное воздействие факторов производственной среды может оказывать негативное влияние на состояние здоровья оператора станков с ЧПУ. В этой связи возникает необходимость не только формального контроля соответствия нормативам, но и расчётной оценки профессиональных рисков, позволяющей количественно обосновать степень опасности условий труда. [27, 17, 20, 18].

Полученные положения нормативной базы будут использованы в дальнейшем при идентификации опасных и вредных производственных факторов, анализе условий труда и расчётах профессиональных рисков в последующих подразделах выпускной квалификационной работы.

ВКР УдГУ

1.3 Идентификация опасных и вредных производственных факторов рабочего места оператора станков с ЧПУ

Идентификация опасных и вредных производственных факторов на рабочем месте оператора станков с числовым программным управлением проводится с целью выявления источников потенциальной опасности и обоснования необходимости последующей количественной оценки профессиональных рисков. Для данного рабочего места характерно одновременное воздействие физических, химических и психофизиологических факторов, а также наличие опасных производственных ситуаций, связанных с эксплуатацией металлообрабатывающего оборудования. [27, 17, 16, 20, 18].

Идентификация факторов выполняется на основе анализа технологических операций оператора ЧПУ (подготовка станка, установка и снятие заготовок, запуск программы, контроль обработки, измерительный контроль, обслуживание рабочего места), осмотра рабочей зоны и оценки условий выполнения работ. Систематизация выявленных факторов представлена в таблице 5. [16, 18, 24, 33].

Особенностью работы оператора ЧПУ является то, что значительная часть операций выполняется в непосредственной близости от источника опасности (станок, режущий инструмент, движущиеся элементы, стружка), а часть факторов носит накопительный характер (шум, аэрозоли СОЖ, статическая нагрузка, зрительное напряжение). Поэтому даже при отсутствии разовых превышений нормативов длительность воздействия может формировать неблагоприятные условия труда. [37, 33].

ВКР УдГУ

Таблица 5 – Опасные и вредные производственные факторы рабочего места оператора станков с ЧПУ

Группа факторов	Фактор	Источник (этап работы)	Возможные последствия
Физические	Шум	Работа станка, системы привода, подача СОЖ	Утомляемость, снижение концентрации, риск снижения слуха
Физические	Вибрация	Работа оборудования, инструмент/оснастка	Перенапряжение, дискомфорт, повышение вероятности ошибок
Физические	Микроклимат	Тепловыделение оборудования, вентиляция	Снижение работоспособности, простудные/тепловые риски
Физические	Освещённость	Недостаточное/неравномерное освещение зоны обработки	Зрительное напряжение, ошибки измерений, травмоопасность
Физические (опасные)	Движущиеся части, вращение заготовки/инструмента	Процесс резания, наладка, установка заготовки	Травмы (порезы, ушибы), захват одежды
Физические (опасные)	Отлёт стружки/частиц	Резание, разрушение стружки, продувка	Травмы глаз/кожи, ожоги
Химические	Аэрозоли СОЖ (масляный туман)	Подача СОЖ, разбрызгивание	Раздражение слизистых, дерматиты, риск заболеваний дыхательных путей
Химические	Металлическая пыль/аэрозоли	Обработка, зачистка, уборка	Раздражение дыхательных путей, профриски

ВКР УлГУ

Психофизиологические	Статическая нагрузка	Длительное стояние/наклоны, контроль процесса	Боли в спине/суставах, заболевания ОДА
Психофизиологические	Напряжение зрения	Контроль поверхности, чтение показаний, измерения	Утомление, снижение точности, ошибки
Психофизиологические	Высокая концентрация внимания	Контроль процесса, ответственность за режимы	Переутомление, рост вероятности ошибок

Как видно из таблицы 5, наиболее значимыми для оператора ЧПУ являются факторы, воздействующие в течение всей смены (шум, аэрозоли СОЖ, зрительное напряжение, статическая нагрузка), а также опасные ситуации при выполнении операций установки и снятия заготовок, контроля и обслуживания оборудования. Для повышения обоснованности последующих расчётов важно выделить типовые опасные ситуации и причины их возникновения (таблица 6). [20, 18, 12, 10, 11, 36, 32, 31, 29].

Таблица 6 – Типовые опасные ситуации на рабочем месте оператора станков с ЧПУ и причины возникновения

Опасная ситуация	Основные причины	Потенциальные последствия
Контакт с вращающимися частями при наладке/установке заготовки	Отсутствие блокировок, нарушение инструкции, спешка	Травмы кистей, захват одежды
Травма от стружки и острых кромок	Уборка без инструмента, отсутствие очков/перчаток	Порезы, травмы глаз
Падение заготовки/оснастки	Неправильное крепление, износ зажимов, неверный выбор приспособлений	Ушибы, травмы стоп
Ошибки измерительного контроля	Недостаточная освещённость, усталость, спешка	Брак, повторная обработка, рост нагрузки

ВКР УлГУ

Контакт с СОЖ (кожа/дыхательные пути)	Разбрызгивание, отсутствие вытяжки, несоблюдение гигиены	Дерматиты, раздражение, профриски

Опасные ситуации, приведённые в таблице 6, показывают, что часть рисков формируется из-за сочетания производственных факторов и организационных причин (режим труда, дисциплина, обеспечение СИЗ, состояние ограждений и блокировок). Поэтому идентификация факторов должна рассматриваться как основание для формирования комплекса мероприятий: технических (ограждения, вентиляция, освещение), организационных (инструктажи, регламенты, контроль) и применения средств защиты.

Таблица 7 – Объекты управления охраной труда для оператора ЧПУ (направления контроля)

Направление контроля	Что контролируется	Пример показателя/документа
Техническое состояние оборудования	Ограждения, блокировки, аварийная остановка	Журнал осмотра, наряд-допуск при ремонте
Воздушная среда и вентиляция	Аэрозоли СОЖ, пыль, эффективность вытяжки	Акты проверки вентиляции, замеры воздуха
Шум и вибрация	Уровни шума/вибрации в зоне рабочего места	Материалы СОУТ, протоколы измерений
Освещённость	Освещение зоны обработки и контроля	Протоколы измерений освещённости, план светильников
Организация труда	Инструктажи, обучение, режимы труда и отдыха	Журналы инструктажей, программы обучения
СИЗ и культура безопасности	Наличие и применение СИЗ	Нормы выдачи СИЗ, ведомости выдачи

ВКР УдГУ

Таким образом, в результате идентификации установлено, что на рабочем месте оператора станков с ЧПУ присутствует совокупность факторов, влияющих как на вероятность травмирования (опасные механические факторы), так и на формирование профессиональных заболеваний (шум, аэрозоли СОЖ, статическая нагрузка, зрительное напряжение). Полученные результаты являются основой для последующего анализа условий труда (п. 1.4) и расчётной оценки профессиональных рисков (п. 1.5), в том числе с использованием балльных и комбинированных методов оценки. [20, 18, 12, 36, 35, 32, 37].

1.4 Анализ условий труда оператора станков с ЧПУ и результатов специальной оценки условий труда (СОУТ)

Анализ условий труда оператора станков с числовым программным управлением на предприятии ООО «МетСнаб» проводится с целью определения степени воздействия вредных и опасных производственных факторов на работника, выявления факторов, формирующих профессиональные риски, а также обоснования необходимости разработки мероприятий по оптимизации условий труда. В практике охраны труда основным инструментом комплексной оценки условий труда на рабочих местах является специальная оценка условий труда (СОУТ), результаты которой позволяют определить класс условий труда и сформировать перечень мероприятий по их улучшению. [27, 17, 20, 18].

В рассматриваемом случае результаты СОУТ необходимо учитывать не изолированно, а во взаимосвязи с последующей оценкой профессионального риска, так как данные процедуры характеризуют безопасность труда с разных сторон.

ВКР УдГУ

Особенность условий труда оператора ЧПУ заключается в том, что рабочий процесс включает чередование действий: установка и снятие заготовок, контроль обработки, работа с пультом управления, измерительный контроль (штангенциркуль, микрометр, индикаторы), обслуживание зоны станка и уборка стружки. Это приводит к сочетанию статической нагрузки, напряжения зрения и внимания, а также периодических работ повышенной травмоопасности (контакт со стружкой, острыми кромками, зонами возможного захвата вращающимися частями).

Результаты анализа условий труда формируются на основании:

- протоколов измерений факторов производственной среды (шум, вибрация, микроклимат, освещённость, воздушная среда);
- данных о тяжести и напряженности трудового процесса;
- наблюдений за выполнением основных операций и организацией рабочего места.

Даже при формальном отнесении рабочего места к допустимому классу условий труда важно учитывать накопительный эффект факторов и влияние утомления на безопасность: снижение внимания, рост вероятности ошибочных действий, увеличение риска травм при наладочных и контрольных операциях. Поэтому анализ условий труда в рамках ВКР целесообразно дополнять оценкой профессиональных рисков, позволяющей количественно подтвердить актуальность проблемы и обосновать мероприятия оператора ЧПУ, приведена в таблице 8.

ВКР УлГУ

Таблица 8 – Факторы, оцениваемые при СОУТ на рабочем месте оператора ЧПУ, и их значение для безопасности труда

Группа факторов	Что оценивается (пример)	Почему это важно для оператора ЧПУ	Возможные последствия при длительном воздействии
Физические	Шум	Оператор находится рядом со станком большую часть смены	Утомляемость, снижение концентрации, риск ухудшения слуха
Физические	Вибрация	Связана с работой оборудования/инструмента	Дискомфорт, рост ошибок, негативное влияние на ОДА
Физические	Микроклимат	Температура, скорость воздуха, влажность; влияет на самочувствие и работоспособность	Переохлаждение/перегрев, снижение внимания
Физические	Освещённость	Освещённость зоны обработки и контроля; Точность измерений и визуального контроля	Зрительное напряжение, ошибки контроля, травмоопасность
Химические	Аэрозоли СОЖ, металлическая пыль	Возможны при разбрызгивании СОЖ и уборке; Воздействие на дыхательные пути и кожу	Дерматиты, раздражение, профриски
Трудовой процесс	Тяжесть труда	Статическая поза, перемещения, ручные операции; Формирует нагрузку на ОДА	Боли, усталость, рост травматизма
Трудовой процесс	Напряженность труда	Концентрация внимания, зрительная нагрузка; Ошибки при управлении станком критичны	Переутомление, снижение точности и безопасности

ВКР УлГУ

Для рабочего места оператора ЧПУ ключевыми являются факторы, которые воздействуют регулярно в течение смены: шум, возможное присутствие аэрозолей СОЖ и металлической пыли, освещённость рабочей зоны, параметры микроклимата, а также показатели тяжести и напряженности труда. [27, 17, 18]. Специальная оценка условий труда является важным элементом характеристики

рабочего места, поскольку именно она позволяют установить, имеются ли на рабочем месте вредные производственные факторы, превышающие нормативные значения, и к какому классу условий труда оно относится.

Таблица 9 – Результаты специальной оценки условий труда на рабочем месте

Фактор производственной среды и трудового процесса	Характеристика результата	Класс условий труда
Химический фактор	Значения не превышают допустимых нормативов	2
Шум	Уровень соответствует допустимым значениям	2
Вибрация	Превышений не установлено	2
Микроклимат	Параметры соответствуют нормативным требованиям	2
Освещенность	Не соответствует нормативным требованиям	3.1
Тяжесть трудового процесса	Допустимый уровень	2
Напряженность трудового процесса	Допустимый уровень	2
Итоговый класс условий труда	Рабочее место относится к вредным условиям труда	3.1

По результатам специальной оценки условий труда на рабочем месте установлено, что все значения контролируемых факторов производственной среды и трудового процесса, кроме одного, не превышают нормативно допустимых уровней, в связи с чем рабочее место относится к классу условий труда 3.1 — вредному, учитывая то, что один фактор относится к вредному классу. Это свидетельствует о том, что в обычном режиме выполнения работ условия труда почти не формируют вредный класс и не должны приводить к устойчивым неблагоприятным изменениям состояния здоровья работника при соблюдении установленного режима труда и отдыха.

ВКР УлГУ

К вредному классу условий труда, в моём случае, относится только один фактор. Освещённость рабочей зоны при измерении оказалась меньше необходимого нормативного значения, около 400 лк при норме в 500.

Интерпретация классов условий труда:

Результатом СОУТ является отнесение условий труда рабочего места к определённому классу (оптимальные, допустимые, вредные, опасные). Для целей ВКР важно не только указать класс, но и объяснить, что он означает с точки зрения реальных рисков и потребности в мероприятиях. В таблице 10 приведена обобщённая интерпретация классов условий труда, применимая при анализе рабочего места оператора ЧПУ.

Таблица 10 – Интерпретация классов условий труда и выводы для управления рисками

Класс условий труда	Смысл (кратко)	Что это означает для ВКР и мероприятий
2 (допустимые)	Факторы не превышают нормативов, но воздействуют	Мероприятия нужны для профилактики утомления, ошибок, накопительного эффекта
3.1 (вредные 1 степени)	Есть неблагоприятные параметры, возможны изменения здоровья	Нужны технические и организационные меры по снижению воздействия факторов
3.2–3.3	Устойчивое вредное воздействие	Требуется комплексная программа, усиление СИЗ/СКЗ, организационные ограничения
4 (опасные)	Высокая вероятность острого вреда	Немедленные меры и запрет работ без устранения причин

ВКР УдГУ

Как видно из таблицы 9, по результатам СОУТ вредный класс условий труда на рабочем месте установлен лишь для одного фактора. Вместе с тем это не означает отсутствия профессионального риска, поскольку специальная оценка условий труда отражает соответствие факторов производственной среды установленным нормативам, тогда как профессиональный риск учитывает вероятность возникновения опасного события, возможность ошибки персонала, отказа оборудования, организационных нарушений и тяжесть последствий таких событий.

Следовательно, даже при допустимом классе условий труда у большинства факторов сохраняется необходимость дальнейшего анализа их профессиональных рисков, особенно в тех операциях, где возможны отклонения от нормального технологического режима, нештатные ситуации, травмоопасные действия или воздействие факторов, не проявляющихся как стойкое превышение в рамках СОУТ. В рассматриваемом случае результаты 2-го класса специальной оценки условий труда целесообразно интерпретировать как находящиеся на верхней границе допустимого уровня, что не противоречит выводу о необходимости профилактических мероприятий и совершенствования системы управления профессиональными рисками.

Выводы по анализу условий труда оператора ЧПУ:

На основании анализа условий труда оператора станков с ЧПУ можно сделать вывод, что ключевыми факторами, определяющими качество условий труда и формирование профессиональных рисков, являются: шум, возможное воздействие аэрозолей СОЖ, параметры освещённости и микроклимата, а также показатели тяжести и напряженности трудового процесса. Данные факторы воздействуют преимущественно длительно, что формирует накопительный эффект и способствует росту утомления, а значит повышает вероятность ошибочных

ВКР УлГУ

действий при управлении оборудованием и при выполнении контрольных операций.

В свою очередь результаты СОУТ подтверждают присутствие вредного класса условий труда на рабочем месте лишь у одного фактора, однако не исключают наличие профессиональных рисков, обусловленных спецификой трудовых операций и возможностью возникновения опасных ситуаций. Именно поэтому дальнейшая оценка риска в работе является обоснованной и необходимой.

Таким образом, результаты анализа условий труда и данных СОУТ являются основой для последующего расчётного обоснования профессиональных рисков (п. 1.5). Расчётная часть позволит количественно подтвердить наличие проблемы и определить приоритетность мероприятий по улучшению условий труда оператора станков с ЧПУ на предприятии ООО «МетСнаб».

1.5 Расчёт и оценка профессиональных рисков оператора станков с ЧПУ

Расчёт и оценка профессиональных рисков на рабочем месте оператора станков с числовым программным управлением (ЧПУ) выполнены с целью количественного обоснования наличия потенциально опасных условий труда и определения приоритетов мероприятий по их оптимизации. В рамках ВКР применяется метод матричной (балльной) оценки риска, основанный на определении вероятности реализации опасного события и тяжести возможных последствий для здоровья работника.

Интегральный показатель риска R определяется по формуле:

ВКР УлГУ

$$R = P \times S, \quad (1)$$

где P — балльная оценка вероятности воздействия опасного фактора (или наступления опасного события);
S — балльная оценка тяжести последствий.

Для обеспечения сопоставимости расчётов введены шкалы оценки вероятности P и тяжести последствий S. Шкалы подобраны таким образом, чтобы учитывать частоту/длительность воздействия факторов в течение рабочей смены оператора ЧПУ, наличие технических защит и организационных мер, а также возможный ущерб здоровью. [1, 23, 28, 19]

Таблица 11 – Шкала оценки вероятности (P) для факторов рабочей среды и опасных событий

Баллы P	Характеристика вероятности	Критерий (пример)
1	Очень низкая	Воздействие редкое/кратковременное (≤1 раза в месяц), фактор практически исключён
2	Низкая	Воздействие периодическое (несколько раз в месяц), при наличии устойчивых защит
3	Средняя	Воздействие регулярное (еженедельно/ежедневно эпизодами), возможны отклонения от регламентов
4	Высокая	Воздействие присутствует большую часть смены или ежедневно, контроль ограничен

ВКР УдГУ

5	Очень высокая	Постоянное воздействие, фактически неизбежно при выполнении работ

Таблица 12 – Шкала оценки тяжести последствий (S) для здоровья и безопасности

Баллы S	Характер последствий	Критерий (пример)
1	Незначительные	Кратковременный дискомфорт без утраты трудоспособности
2	Умеренные	Временное ухудшение самочувствия/лёгкие нарушения, возможна кратковременная нетрудоспособность
3	Существенные	Устойчивая перегрузка/заболевания, длительное восстановление, травмы средней тяжести
4	Тяжёлые	Тяжёлые травмы/заболевания, длительная утрата трудоспособности
5	Критические	Опасность для жизни, тяжёлые травмы, высокий ущерб здоровью

Для практического использования результатов расчётов введена градация уровней риска по величине показателя R. Градация позволяет ранжировать риски и устанавливать приоритеты мероприятий [12, 36, 35, 1].

Таблица 13 – Градация уровней риска по величине показателя R

Диапазон R	Уровень риска	Требуемые действия

ВКР УДГУ

1–4	Низкий	Поддержание существующих мер, мониторинг
5–9	Умеренный	План мероприятий по снижению, контроль выполнения
10–16	Высокий	Приоритетные меры (технические/организационные) в ближайшие сроки
17–25	Критический	Немедленные меры, ограничение/приостановка работ до снижения риска

Для наглядности применяется матрица риска 5×5 (таблица 14), где по оси вероятности P и тяжести последствий S определяется значение R и его уровень. Матрица используется при оценке как факторов рабочей среды (шум, аэрозоли СОЖ), так и опасных событий (травмирование от вращающихся частей, отлёт стружки и др.).

Таблица 14 – Матрица профессионального риска (R = P × S) для шкал 1–5

P\S	1	2	3	4	5
1	1	2	3	4	5
2	2	4	6	8	10
3	3	6	9	12	15
4	4	8	12	16	20
5	5	10	15	20	25

Далее выполнен расчёт профессиональных рисков для типовых факторов и опасных ситуаций, характерных для рабочего места оператора ЧПУ (см. п. 1.3).

ВКР УлГУ

Оценка P и S проведена методом экспертной оценки с учётом длительности воздействия факторов, характера выполняемых операций, типовых причин опасных ситуаций и возможных последствий.

Таблица 15 – Расчёт профессиональных рисков оператора станков с ЧПУ (исходное состояние)

№	Фактор/опасное событие	Источник/операция	P	S	R=P×S	Уровень (по табл. 1.12)
1	Контакт с вращающимися частями (захват, травма кистей)	Установка/снятие заготовок, наладка	3	5	15	Высокий
2	Отлёт стружки/частиц (травма глаз, порезы)	Резание, продувка, уборка стружки	4	3	12	Высокий
3	Статическая нагрузка (длительное стояние, наклоны)	Контроль процесса, измерительный контроль	3	3	9	Умеренный
4	Воздействие шума	Работа станка в течение смены	4	2	8	Умеренный
5	Воздействие аэрозолей СОЖ/металлической пыли	Подача СОЖ, разбрызгивание, уборка	3	2	6	Умеренный
6	Недостаточная освещённость зоны обработки и контроля	Контроль поверхности, измерения	4	3	12	Высокий
7	Неблагоприятный микроклимат (сквозняки/перегрев)	Работа в производственном помещении	3	2	6	Умеренный

ВКР УлГУ

Из таблицы 15 видно, что наибольший вклад в общий уровень профессионального риска формируют: опасность травмирования при контакте с вращающимися частями (R=15 — высокий риск), отлёт стружки/частиц (R=12 — высокий риск), недостаточная освещённость (R=12 — высокий риск), а также статическая нагрузка (R=9 — умеренный риск на верхней границе).

Для определения приоритетов мероприятий рассчитан относительный индекс риска для каждого фактора по формуле:

$$K_i = R_i / Rmax, \quad (2)$$

где Rmax — максимальное значение риска среди рассматриваемых факторов. В данном расчёте Rmax = 15. Результаты ранжирования представлены в таблице 1.16.

Таблица 16 – Ранжирование рисков по относительному индексу K_i

№	Фактор/опасное событие	R_i	K_i = R_i/15	Приоритет
1	Контакт с вращающимися частями (захват, травма кистей)	15	1.00	1 (высокий)
2	Отлёт стружки/частиц (травма глаз, порезы)	12	0.80	1 (высокий)
3	Недостаточная освещённость зоны обработки и контроля	12	0.80	1 (высокий)

ВКР УлГУ

4	Статическая нагрузка (длительное стояние, наклоны)	9	0.60	2 (средний)
5	Воздействие шума	8	0.53	2 (средний)
6	Воздействие аэрозолей СОЖ/металлической пыли	6	0.40	2 (средний)
7	Неблагоприятный микроклимат (сквозняки/перегрев)	6	0.40	2 (средний)

Для интегральной оценки уровня риска рабочего места оператора ЧПУ рассчитан средний показатель риска по формуле:

$$Rcp = (\Sigma R_i) / n, \quad (3)$$

где n — число рассматриваемых факторов. При n = 7 и $\Sigma R_i = 68$ получаем:

Rcp = 68 / 7 = 9,71.

Полученное значение Rcp = 9,71 относится к верхней планке уровня умеренного риска, однако наличие нескольких факторов с высоким уровнем ($R \geq 10$) указывает на необходимость первоочередной реализации технических и организационных мероприятий, направленных на предупреждение травм и снижение статической нагрузки, а также на улучшение освещённости рабочей зоны.

Таким образом, расчётная оценка подтверждает наличие профессиональных рисков на рабочем месте оператора станков с ЧПУ на предприятии ООО

ВКР УдГУ

«МетСнаб». Наиболее приоритетными направлениями улучшений условий труда являются: повышение безопасности оборудования (ограждения, блокировки, регламенты наладки), снижение риска травм от стружки (экраны, СИЗ глаз), обеспечение нормативной освещённости зоны обработки и контроля, а также снижение статической нагрузки (организация рабочего места и режимов труда/отдыха). Указанные направления будут детализированы в главе 2 выпускной квалификационной работы.

1.6 Выводы по главе 1

Выполнена характеристика предприятия и рабочего места оператора станков с ЧПУ, проанализированы нормативно-правовые требования охраны труда и промышленной безопасности, идентифицированы вредные и опасные производственные факторы, а также проведена расчётная оценка профессиональных рисков. Установлено, что исходный суммарный риск рабочего места составляет $\Sigma R = 68$, средний показатель риска — $Rcp = 9{,}71$, при этом 3 фактора относятся к высокому уровню риска. Наибольшую опасность представляют контакт с вращающимися частями, разлёт стружки и недостаточная освещенность

Выделены ключевые факторы, определяющие качество условий труда и формирование профессиональных рисков: шум, возможное воздействие аэрозолей СОЖ, параметры освещённости и микроклимата, а также показатели тяжести и напряженности трудового процесса.

В свою очередь результаты СОУТ подтверждают присутствие вредного класса условий труда на рабочем месте лишь у одного фактора, однако не

ВКР УлГУ

исключают наличие профессиональных рисков, поэтому дальнейшая оценка риска в работе является обоснованной и необходимой.

Расчётная часть позволяет количественно подтвердить наличие проблемы и определить приоритетность мероприятий по улучшению условий труда оператора станков с ЧПУ на предприятии ООО «МетСнаб».

ВКР УдГУ

2 ГЛАВА РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОПТИМИЗАЦИИ УСЛОВИЙ ТРУДА ОПЕРАТОРА СТАНКОВ С ЧПУ НА ПРЕДПРИЯТИИ ООО «МЕТСНАБ»

2.1 Обоснование выбора мероприятий, принципы приоритезации и целевые показатели

По результатам анализа условий труда (глава 1) и расчётной оценки профессиональных рисков (п. 1.5) установлено, что на рабочем месте оператора станков с ЧПУ присутствуют риски различных уровней. Наиболее значимыми являются риски травмирования и риски, связанные с длительными нагрузками и утомлением: контакт с вращающимися частями (R=15), отлёт стружки/частиц (R=12), недостаточная освещённость зоны обработки и контроля (R=12), статическая нагрузка (R=9), а также факторы рабочей среды (шум, аэрозоли СОЖ, микроклимат).

Приоритезация мероприятий выполнена на основе иерархии управления рисками: устранение опасности у источника (инженерные решения), применение коллективных средств защиты, организационные меры (регламенты, обучение, контроль), и использование средств индивидуальной защиты (СИЗ) как дополнительного барьера. Такой подход обеспечивает снижение вероятности опасного события (P) и/или тяжести последствий (S), что позволяет добиться устойчивого уменьшения интегрального риска R.

Целевые показатели эффективности внедрения мероприятий в рамках ВКР:

(1) снижение числа факторов с высоким уровнем риска (R≥10) до минимальных значений;

ВКР УлГУ

(2) снижение среднего показателя риска рабочего места Rср;

(3) снижение вероятности травмирования при наладке и обслуживании оборудования;

(4) снижение утомляемости и ошибок измерительного контроля, влияющих на безопасность трудового процесса. [25]

2.2 Технические мероприятия (инженерные решения) по снижению рисков и организационные мероприятия (регламенты, обучение, контроль).

Технические мероприятия (инженерные решения):

Риск контакта с вращающимися частями формируется преимущественно при наладке, установке/снятии заготовок, смене инструмента и контроле обработки. Для снижения вероятности опасного события необходима комбинация инженерных барьеров и технических средств, исключающих доступ в опасную зону при вращении и обеспечивающих принудительную остановку при нарушении режима безопасности. [16, 7, 2, 3, 33].

Предлагаемые меры:

(1) наличие и исправность защитных ограждений рабочей зоны;

(2) применение блокировок (интерлоков), исключающих запуск при открытых дверцах и обеспечивающих останов при открытии;

(3) обеспечение доступности и работоспособности аварийной остановки (E-Stop) с регламентной проверкой;

ВКР УдГУ

(4) применение безопасных приспособлений для установки заготовок и смены инструмента;

(5) техническое обслуживание узлов крепления (патрон, зажимы, оснастка) для предотвращения самопроизвольных срывов и биения, увеличивающих риск вмешательства оператора в процесс.

Опасность разлёта стружки и частиц связана с режимами резания, разрушением стружки, применением сжатого воздуха и уборкой стружки. Основные травмоопасные последствия — повреждения глаз, порезы кистей, ожоги горячей стружкой. [16, 6, 5, 33].

Предлагаемые меры:

(1) экранирование зоны выброса стружки (защитные экраны/кожухи) и использование штатного защитного остекления;

(2) организация стружкоудаления и оснащение рабочего места инструментом для уборки (крючки, щётки, скребки, контейнеры);

(3) исключение продувки стружки без защитных барьеров, применение направленных сопел;

(4) организация места временного складирования стружки/отходов и их своевременный вывоз, чтобы исключить вторичное травмирование при перемещениях по рабочей зоне.

Статическая нагрузка и вынужденные позы возникают при длительном контроле обработки, измерительном контроле, уборке и обслуживании рабочей зоны. Утомление повышает вероятность ошибочных действий и ухудшает качество контроля, что опосредованно увеличивает травмоопасность. [18, 12, 36, 35].

Предлагаемые меры:

ВКР УдГУ

(1) антифатига-коврик в зоне стояния;

(2) компоновка рабочего места по принципам эргономики и 5S (инструмент, измерительные средства, документация — в оптимальной зоне досягаемости);

(3) регулируемая подставка/столик для измерительного контроля;

(4) применение тележек/захватов/опор для перемещения заготовок (при необходимости по номенклатуре изделий);

(5) организация безопасного и удобного места для хранения оснастки, исключающего наклоны и подъём тяжестей из неудобной зоны.

Недостаточная освещённость и наличие теней/бликов повышают нагрузку на зрение и вероятность ошибок измерений, что приводит к повторным операциям, дополнительному времени работы у станка и росту утомления.

Предлагаемые меры:

(1) установка локального освещения рабочей зоны и зоны измерений с направленным светом и защитой от бликов;

(2) регламент обслуживания осветительных приборов (очистка плафонов, замена ламп, контроль работоспособности);

(3) периодическая проверка освещённости (по графику) и фиксация результатов в журнале контроля условий труда.

Шум носит длительный характер и влияет на утомляемость, снижение концентрации и качество коммуникации. Основные технические направления: обслуживание оборудования и снижение шумности источника [20, 18, 32, 34].

Предлагаемые меры:

ВКР УлГУ

(1) регламентное обслуживание узлов станка (подшипники, приводы, крепёж) и своевременная замена изношенных элементов;

(2) применение шумопоглощающих элементов/экранов (по возможности конструктивно);

(3) организационно-техническое ограничение пребывания рядом с источником при отсутствии необходимости (рационализация маршрутов и операций).

Аэрозоли СОЖ и металлическая пыль формируются в зоне резания и при уборке. Длительное воздействие повышает риск раздражения слизистых и дерматологических реакций [20, 12, 31, 37].

Предлагаемые меры:

(1) местная вытяжная вентиляция/аспирация в зоне образования аэрозоля;

(2) настройка подачи СОЖ и снижение разбрызгивания (коррекция форсунок, обслуживание уплотнений);

(3) организация «чистой» уборки (промышленный пылесос/влажная уборка) для предотвращения вторичного поднятия пыли.

Организационные мероприятия (регламенты, обучение, контроль):

Для закрепления технических решений и исключения опасных действий вводится пакет локальных документов: инструкция по охране труда для оператора ЧПУ, стандарт безопасной наладки и смены инструмента, регламент уборки стружки, а также чек-лист начала смены. Стандартизация снижает вероятность нарушений, возникающих из-за спешки, неопределённости действий или неравномерной подготовки работников. [25, 16, 14, 24, 15, 30].

ВКР УдГУ

Чек-лист начала смены обеспечивает первичный контроль состояния ограждений, блокировок, аварийной остановки, освещения, а также наличия инструмента для уборки стружки и СИЗ. Пример чек-листа приведён в таблице 17. [14, 24].

Таблица 17 – Чек-лист начала смены оператора станков с ЧПУ (проект)

№	Проверяемый пункт	Критерий «норма»	Отметка/комментарий
1	Ограждения/двери рабочей зоны	Целостны, закрываются штатно, без повреждений	
2	Блокировка дверей (интерлок)	При открытии — останов/невозможен запуск	
3	Кнопка аварийной остановки (E-Stop)	Доступна, исправна (проверка по регламенту)	
4	Освещение рабочей зоны и зоны контроля	Достаточно, нет мерцания, нет теней/бликов	
5	СОЖ и подача (если применяется)	Нет течи/разбрызгивания, форсунки настроены	
6	Инструмент для уборки стружки	Крючок/щётка/скребок в наличии, исправны	
7	Контейнер для стружки/отходов	На месте, не переполнен, доступен	
8	Зона проходов и пола	Нет стружки, масла, скольжения, препятствий	
9	СИЗ: очки/щиток	В наличии, чистые, без повреждений	
10	СИЗ: слуха (при необходимости)	В наличии, пригодны к применению	

ВКР УлГУ

11	СИЗ: рук (по операциям)	Подобраны по операции, без дефектов	
12	Инструмент и оснастка	Закреплены, исправны, соответствуют заданию	

Обучение и инструктажи целесообразно строить на основе сценариев топ-рисков (вращающиеся части, стружка, статическая нагрузка, освещённость/зрительная нагрузка, аэрозоли СОЖ и шум). Цель — формирование устойчивых навыков безопасных действий и единых требований к операторам. Программа инструктажа должна включать теоретическую часть, демонстрацию на рабочем месте и контроль усвоения. [25, 16, 14, 24].

Проект программы инструктажа/обучения по топ-рискам приведён в таблице 18.

Таблица 18 – Программа инструктажа/обучения оператора ЧПУ по топ-рискам (проект)

Раздел	Содержание (ключевые вопросы)	Форма	Длительность	Контроль (как проверяем)
Риск вращающихся частей	Опасные зоны; запрет вмешательства при движении; порядок наладки; блокировки; E-Stop	Инструктаж + показ	30–40 мин	Устный опрос + демонстрация действий
Риск стружки/частиц	Правила уборки стружки; работа со сжатым воздухом; применение	Инструктаж + практика	20–30 мин	Практическая отработка

ВКР УлГТУ

	очков/щитка; контейнеры			(уборка только инструментом)
Статическая нагрузка	Правильная поза; организация рабочего места; микропаузы; перенос и установка заготовок	Инструктаж	15–20 мин	Наблюдение мастером по чек-листу
Освещённость/зрение	Требования к освещению; размещение светильника; исключение бликов; правила измерений	Инструктаж	15–20 мин	Контроль качества измерений, ошибки
Шум	Факторы шума; признаки утомления; применение СИЗ слуха; правила хранения/замены	Инструктаж	10–15 мин	Проверка наличия и применения СИЗ
Аэрозоли СОЖ/пыль	Вентиляция; гигиена; дерматологическая защита; правила уборки	Инструктаж	10–15 мин	Опрос + контроль применения средств
Итог	Порядок действий при инцидентах; сообщение о неисправностях; near miss	Опрос	10 мин	Тест/опрос, запись в журнал

ВКР УдГУ

Для снижения вероятности нарушений и поддержания работоспособности защитных устройств вводится система внутреннего контроля. Она включает: ежедневный экспресс-контроль по чек-листу, еженедельный осмотр состояния ограждений и блокировок, ежемесячный аудит условий труда (освещение,

состояние пола, наличие инструмента, обеспеченность СИЗ), а также разбор инцидентов и «почти несчастных случаев» (near miss). [14, 24, 15, 30].

Технические средства безопасности эффективны только при регулярной проверке их исправности. Поэтому требуется закрепить периодичность проверки ограждений, дверей и блокировок, а также порядок фиксации результатов. Проект регламента контроля приведён в таблице 19.

Таблица 19 – Контроль состояния ограждений/блокировок станка ЧПУ (периодичность и фиксация)

Объект контроля	Что проверяется	Периодичность	Ответственный	Фиксация/документ
Ограждения/кожухи	Целостность, отсутствие трещин, крепление	Ежедневно (визуально) / ежемесячно (углубл.)	Оператор / мастер	Чек-лист смены / акт осмотра
Двери рабочей зоны	Закрывание, отсутствие перекоса, уплотнения	Ежедневно	Оператор	Чек-лист смены
Интерлок (блокировка дверей)	Остановка/невозможность запуска при открытии	Еженедельно	Мастер/наладчик	Журнал проверки блокировок
Аварийная остановка (E-Stop)	Срабатывание, возврат, доступность	Еженедельно	Мастер	Журнал проверки E-Stop
Панель управления/сигнализация	Индикация ошибок, предупреждения, аварийные сигналы	Ежемесячно	Наладчик/электрик	Акт регламентных работ

ВКР УлГУ

Для снижения утомления и риска ошибок предлагается применять микропаузы и чередование операций. Микропаузы целесообразно привязывать к технологическим остановкам и логике процесса: после серии измерений, после уборки стружки, при длительной работе у станка. Дополнительно возможно применение краткого комплекса производственной гимнастики для мышц спины и плечевого пояса (2–3 минуты).

2.3 Средства индивидуальной защиты и дерматологическая защита как дополнительный барьер

СИЗ применяются как дополнительный барьер, снижающий тяжесть последствий (S), особенно при рисках отлёта стружки и шума. Рекомендуется обеспечить: защитные очки/щиток (обязательны при уборке стружки и продувке), СИЗ слуха (беруши/наушники), СИЗ органов дыхания (при аэрозолях СОЖ/пыли по условиям), спецодежду и спецобувь. Применение перчаток должно быть регламентировано по операциям во избежание риска захвата вращающимися элементами. Для профилактики дерматитов при контакте с СОЖ целесообразно использовать дерматологические СИЗ (защитные кремы/пасты) и соблюдать правила гигиены рук. [8, 5, 4, 12, 32, 15, 30].

2.4 План внедрения мероприятий и ожидаемый эффект снижения риска

Для управляемого внедрения предлагается план мероприятий с определением сроков, ответственных и способов контроля. Дополнительно задаются проектные

ВКР УдГУ

значения P и S после внедрения мероприятий, чтобы выполнить перерасчёт рисков в главе 3 и количественно показать улучшение условий труда.

Таблица 20 – План внедрения мероприятий по снижению профессиональных рисков (проект)

№	Мероприятие	Риск (из 1.5)	Тип меры	Ответственный	Срок	Контроль результата
1	Ограждения/экраны рабочей зоны	Вращающиеся части, стружка/частицы	Техническая	Главный механик/мастер	1–2 мес.	Акт осмотра, фотофиксация
2	Блокировки дверей (интерлок)	Вращающиеся части	Техническая	Главный механик	1–2 мес.	Проверка «открытие = стоп/нет запуска»
3	Регламент наладки и чек-лист смены	Вращающиеся части, шум	Организационная	Спец. по ОТ/мастер	2–3 нед.	Журнал проверок, аудит
4	Инструменты уборки стружки + регламент уборки	Стружка/частицы	Техническая + организационная	Мастер	2 нед.	Наблюдение, чек-лист
5	Локальное освещение зоны контроля	Освещённость	Техническая	Энергетик	2–3 нед.	Осмотр/протокол контроля
6	Антифатига-коврик + 5S рабочего места	Статическая нагрузка	Техническая + организационная	Мастер	1 мес.	Фото/аудит 5S
7	Локальная вытяжка/аспирация (по возможности)	Аэрозоли СОЖ	Техническая	Главный инженер	2–3 мес.	Акт проверки вентиляции

ВКР УлГУ

8	Подбор и выдача СИЗ + обучение	Все ключевые риски	Техническая + организационная	Спец. по ОТ	2 нед.	Ведомости, опрос/тестирование

Таблица 21 – Проектные значения P и S после внедрения мероприятий (для перерасчёта в главе 3)

Риск	Было (P,S,R)	Станет (P,S,R)	За счёт чего
Вращающиеся части	3,5,15	2,5,10	Ограждения + блокировки + регламент
Стружка/частицы	4,3,12	2,3,6	Экраны + уборка инструментом + СИЗ глаз
Освещённость	4,3,12	2,3,6	Локальный свет + обслуживание
Статическая нагрузка	3,3,9	2,3,6	Эргономика + коврик + микропаузы
Шум	4,2,8	4,1,4	СИЗ слуха снижает последствия
Аэрозоли СОЖ	3,2,6	2,2,4	Вытяжка + снижение разбрызгивания

ВКР УдГУ

2.5 Вывод по главе 2

Разработанный комплекс мероприятий направлен на снижение наиболее значимых профессиональных рисков оператора станков с ЧПУ, выявленных и количественно подтверждённых в главе 1. Приоритет отдан инженерным мерам (ограждения, блокировки, экранирование, вентиляция, освещение), дополняемым организационными решениями (регламенты, обучение, контроль) и

использованием СИЗ. В главе 3 будет выполнен перерасчёт профессиональных рисков с учётом внедрения мероприятий и показано количественное снижение значений R для ключевых факторов.

ВКР УдГУ

ГЛАВА 3. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДЛОЖЕННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ И ПЕРЕРАСЧЁТ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ

3.1 Исходные данные и методика перерасчёта профессиональных рисков

В главе 2 разработан комплекс технических, организационных мероприятий и мер по применению средств индивидуальной защиты (СИЗ), направленных на снижение профессиональных рисков оператора станков с числовым программным управлением (ЧПУ) на предприятии ООО «МетСнаб». Для оценки эффективности предложенных решений выполнен перерасчёт профессиональных рисков методом матричной (балльной) оценки, используемым в п. 1.5.

Перерасчёт выполнен по формуле:

$$R = P \times S, \quad (4)$$

где P — балльная оценка вероятности опасного события/воздействия фактора; S — балльная оценка тяжести последствий. Шкалы P и S, а также градация уровней риска соответствуют п. 1.5 (таблицы 10–12).

Изменения показателей P и S после внедрения мероприятий определялись на основе принципа: (а) инженерные и организационные меры в первую очередь снижают вероятность (P), так как препятствуют опасным действиям и уменьшают частоту/длительность воздействия; (б) СИЗ и экраны/барьеры снижают тяжесть

ВКР УлГУ

последствий (S), так как уменьшают тяжесть травмы или интенсивность воздействия фактора. [14, 12, 9, 11, 36, 35].

В качестве исходных для «после мероприятий» приняты проектные значения P и S (таблица 21), дополненные сохранением неизменённых факторов, по которым мероприятия не предусмотрены либо имеют ограниченное влияние (например, микроклимат). Это позволяет получить объективную оценку эффекта именно от предложенных решений. [24, 33].

3.2 Перерасчёт профессиональных рисков после внедрения мероприятий

Перерасчёт выполнен для тех же ключевых факторов и опасных событий, что и в исходном расчёте (таблица 15). Результаты приведены в таблице 22.

Таблица 22 – Перерасчёт профессиональных рисков оператора ЧПУ после внедрения мероприятий

№	Фактор/опасное событие	Было: P	Было: S	Было: R	Стало: P	Стало: S	Стало: R	Уровень (после)	Мера (основа изменения)
1	Контакт с вращающимися частями (захват, травма кистей)	3	5	15	2	5	10	Высокий	Ограждения + блокировки + регламент наладки
2	Отлёт стружки/частиц (травма глаз, порезы)	4	3	12	2	3	6	Умеренный	Экраны + безопасная уборка + СИЗ глаз
3	Статическая нагрузка	3	3	9	2	3	6	Умеренный	Эргономика + антифатига-

ВКР УдГУ

	(стояние, наклоны)								коврик + микропаузы
4	Воздействие шума	4	2	8	4	1	4	Низкий	СИЗ слуха + обслуживание оборудования
5	Аэрозоли СОЖ/металлическая пыль	3	2	6	2	2	4	Низкий	Вытяжка/аспирация + снижение разбрызгивания
6	Недостаточная освещённость зоны контроля	4	3	12	2	3	6	Умеренный	Локальное освещение + регламент обслуживания
7	Неблагоприятный микроклимат (сквозняки/перегрев)	3	2	6	3	2	6	Умеренный	Существенные изменения не планируются (мониторинг)

Для оценки влияния мероприятий на каждый риск дополнительно рассчитаны: абсолютное снижение ΔR = R_до − R_после и относительное снижение, %. Эти показатели представлены в таблице 23.

Таблица 23 – Показатели снижения риска по каждому фактору (ΔR и %, коэффициент Ксн)

№	Фактор/опасное событие	R_до	R_после	ΔR	Снижение, %	Ксн = R_после/R_до
1	Контакт с вращающимися частями (захват, травма кистей)	15	10	5	33.3	0.67
2	Отлёт стружки/частиц (травма глаз, порезы)	12	6	6	50.0	0.50

ВКР УлГУ

3	Статическая нагрузка (стояние, наклоны)	9	6	3	33.3	0.50
4	Воздействие шума	8	4	4	50.0	0.50
5	Аэрозоли СОЖ/металлическая пыль	6	4	2	33.3	0.67
6	Недостаточная освещённость зоны контроля	12	6	6	50.0	0.67
7	Неблагоприятный микроклимат (сквозняки/перегрев)	6	6	0	0.0	1.00

Наиболее заметный эффект достигнут по травмоопасным сценариям: риск травмирования от разлёта стружки снижен на 50%, риск недостаточной освещённости— на 50%, риск статической нагрузки — на 33,3%, риск воздействия шума — на 50%.

3.3 Сравнительный анализ эффективности мероприятий и интегральные показатели

Интегральные показатели эффективности рассчитаны для всего рабочего места оператора ЧПУ. В качестве базового критерия используется суммарный риск ΣR и средний риск Rср, рассчитанные по тем же факторам, что и в главе 1. [12, 9, 11, 36, 35].

Суммарный риск до внедрения мероприятий:

$\Sigma R_до = 68.$

ВКР УлГУ

Суммарный риск после внедрения мероприятий:

$\Sigma R_после = 42$.

Абсолютное снижение суммарного риска:

$\Delta\Sigma R = \Sigma R_до - \Sigma R_после = 68 - 42 = 26$.

Относительное снижение суммарного риска (коэффициент эффективности мероприятий):

$E = (\Delta\Sigma R / \Sigma R_до) \times 100\% = (26 / 68) \times 100\% = 38.2\%$.

Средний показатель риска рабочего места определяется по формуле:

$Rcp = (\Sigma R_i) / n$,

где n — число рассматриваемых факторов/опасных событий. В расчёте n = 7.

$Rcp_до = 68 / 7 = 9.71$.

$Rcp_после = 42 / 7 = 6.00$.

Снижение среднего риска: $\Delta Rcp = 9.71 - 6.00 = 3.71$, что соответствует 38.2%.

Дополнительно оценено изменение структуры рисков по уровням. До внедрения мероприятий число факторов с высоким уровнем риска ($R \geq 10$) составляло 3 позиции; после внедрения мероприятий — 1 позиция(и). Это подтверждает снижение травмоопасности и повышение управляемости условий труда.

Также эффективность мероприятий доказывается повторными измерениями показателей после их внедрения. На данный момент для факторов, которые можно измерить, внедрены только инженерные мероприятия для улучшения освещенности рабочего места. Повторный замер люксметром показал более чем

ВКР УдГУ

удовлетворительный результат около 1000 лк, что выше нормы, но ещё не несёт вреда.

3.4 Дополнительные расчёты (обоснование отдельных мероприятий)

Для операций измерительного контроля и визуального контроля качества поверхности требуется повышенная освещённость по сравнению с общим освещением цеха. В рамках ВКР принимается целевой уровень освещённости на рабочей поверхности в зоне контроля Ен = 500 лк (типовой уровень для точных работ и контроля). Для примера рассчитаем требуемый световой поток локального светильника по упрощённой методике.

Расчёт выполняется по формуле:

$$Ф = (Ен \times S \times Кз) / \eta, \quad (5)$$

где Ф — требуемый световой поток, лм; Ен — нормируемая освещённость, лк; S — площадь освещаемой зоны, м²; Кз — коэффициент запаса (учёт загрязнения и старения), принимаем Кз = 1,5; η — коэффициент использования светового потока (для локального светильника с направленным светом принимаем η = 0,6).

Примем зону измерений и контроля как участок $S = 0,6 \times 0,5 = 0,30$ м².

Тогда $Ф = (500 \times 0,30 \times 1,5) / 0,6 = 375$ лм.

ВКР УдГУ

Следовательно, для локального освещения зоны контроля достаточно светильника со световым потоком порядка 400–500 лм с возможностью регулировки направления, при этом предпочтительны светильники с защитой от бликов и устойчивые к вибрациям. Введение локального освещения снижает вероятность ошибок измерительного контроля (уменьшение P) и, как следствие, снижает риск небезопасных вмешательств в процесс обработки.

Для снижения статической нагрузки и профилактики утомления в главе 2 предложено внедрение микропауз. Рассчитаем суммарное время микропауз за смену и оценим организационную реализуемость.

Примем длительность смены Tсм = 8 часов = 480 минут. Предлагается микропауза tмп = 5 минут каждый час (по технологической возможности). Тогда число микропауз за смену:

Nмп = Tсм / 60 = 480 / 60 = 8.

Суммарное время микропауз:

Tмп = Nмп × tмп = 8 × 5 = 40 минут.

С учётом того, что микропаузы могут совмещаться с технологическими остановками (контроль, смена инструмента, уборка), фактическое снижение производительности может быть минимальным, при этом эффект выражается в снижении утомления, количества ошибок и опасных действий. В расчётной модели риска это отражено снижением S (уменьшение тяжести последствий хронической перегрузки) и частично снижением P (меньше вероятность ошибок на фоне усталости).

Для обеспечения устойчивого эффекта от инженерных защит (интерлоков) важна регулярность контроля. В таблице 21 предусмотрена еженедельная проверка

ВКР УлГУ

блокировок. Оценим «плотность контроля» как долю дней, охваченных проверками, и период потенциального нахождения неисправности без выявления.

При еженедельном контроле период между проверками составляет 7 суток. В худшем случае отказ блокировки может произойти сразу после проверки, тогда максимальное время скрытого отказа до следующей проверки:

$T_{скр,max} = 7$ суток.

При ежедневном визуальном контроле дверей/ограждений и еженедельной функциональной проверке интерлока вероятность длительного скрытого отказа существенно снижается. Для сценариев с высоким риском (R=15) регламент проверок является важной организационной мерой, уменьшающей P (вероятность опасного события за счёт своевременного выявления неисправности).

Для дополнительной оценки эффективности предложенных решений выполнен анализ структуры профессиональных рисков по уровням (низкий, умеренный, высокий, критический). Такой анализ позволяет показать не только уменьшение отдельных значений R, но и перераспределение рисков между уровнями, что является важным аргументом при обосновании улучшения условий труда. [25]

Таблица 24 – Структура рисков по уровням (количество и доля) до и после мероприятий

Уровень риска	До: кол-во, шт.	До: доля, %	После: кол-во, шт.	После: доля, %
Низкий (1–4)	0	0.0	2	28.6
Умеренный (5–9)	4	57.1	4	57.1
Высокий (10–16)	3	42.9	1	14.3

ВКР УлГУ

Критический (17–25)	0	0.0	0	0.0

Для визуализации перераспределения рисков по уровням построена диаграмма, представленная на рисунке 1. По результатам видно, что число рисков высокого уровня уменьшилось, а часть рисков перешла в умеренный и низкий уровни.

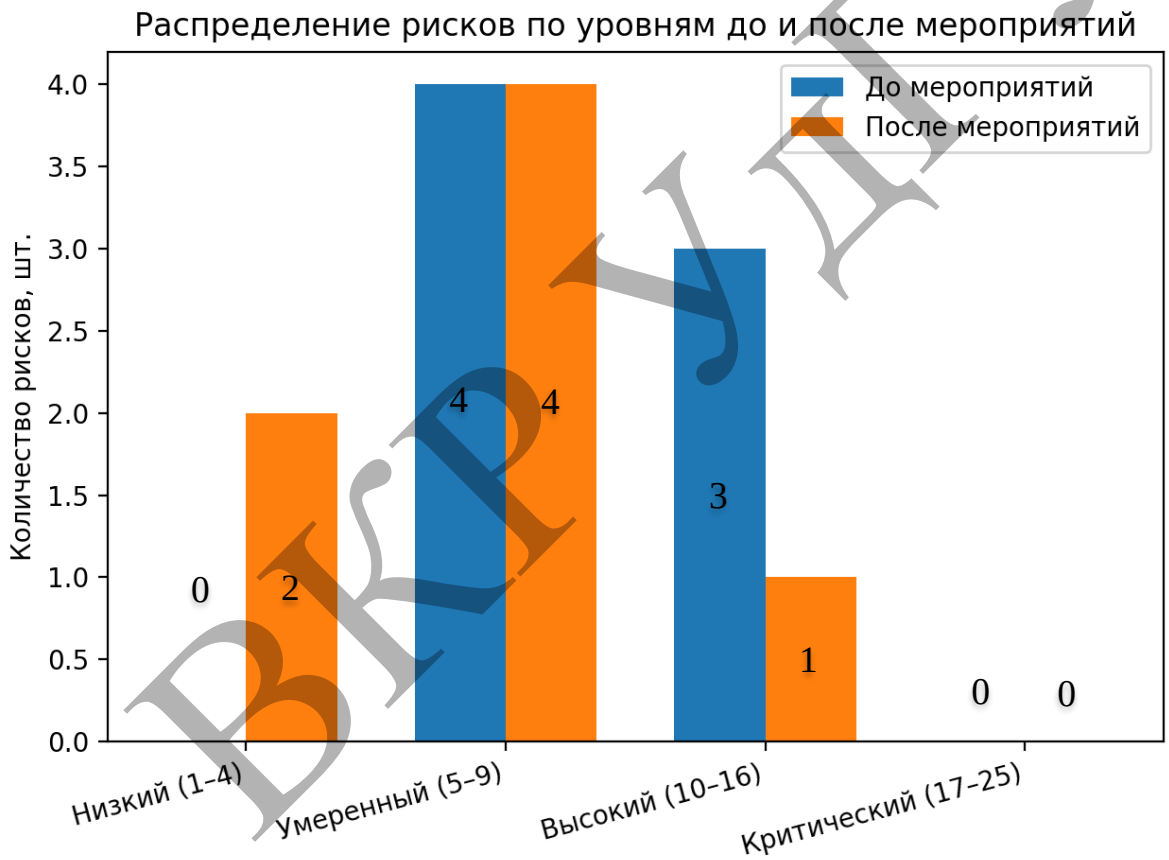


Рисунок 1 – Распределение рисков по уровням до и после мероприятий

ВКР УлГУ

Для оценки того, какие риски формируют основной вклад в суммарный риск рабочего места, рассчитана доля каждого риска в ΣR. Расчёты выполнены отдельно для состояния «до» и «после» внедрения мероприятий. Дополнительно определена накопленная доля, позволяющая применить диаграммную логику Парето (выделение небольшого числа факторов, формирующих основной вклад в риск).

Таблица 25 – Вклады рисков в суммарный показатель ΣR (до мероприятий) и накопленная доля

№	Фактор/опасное событие	R	Доля в ΣR, %	Накопленная доля, %
1	Контакт с вращающимися частями (захват, травма кистей)	15	22.06	22.06
2	Отлёт стружки/частиц (травма глаз, порезы)	12	17.65	39.71
3	Недостаточная освещённость зоны контроля	12	17.65	57.36
4	Статическая нагрузка (стояние, наклоны)	9	13.24	70.6
5	Воздействие шума	8	11.76	82.36
6	Аэрозоли СОЖ/металлическая пыль	6	8.82	91.18
7	Неблагоприятный микроклимат (сквозняки/перегрев)	6	8.82	100.0

ВКР УлГУ

По данным таблицы 25 можно установить, что наибольший вклад в суммарный риск до внедрения мероприятий формируют травмоопасные сценарии (контакт с вращающимися частями и разлёт стружки), а также статическая нагрузка. Для наглядности построена диаграмма Парето (рисунок 2).

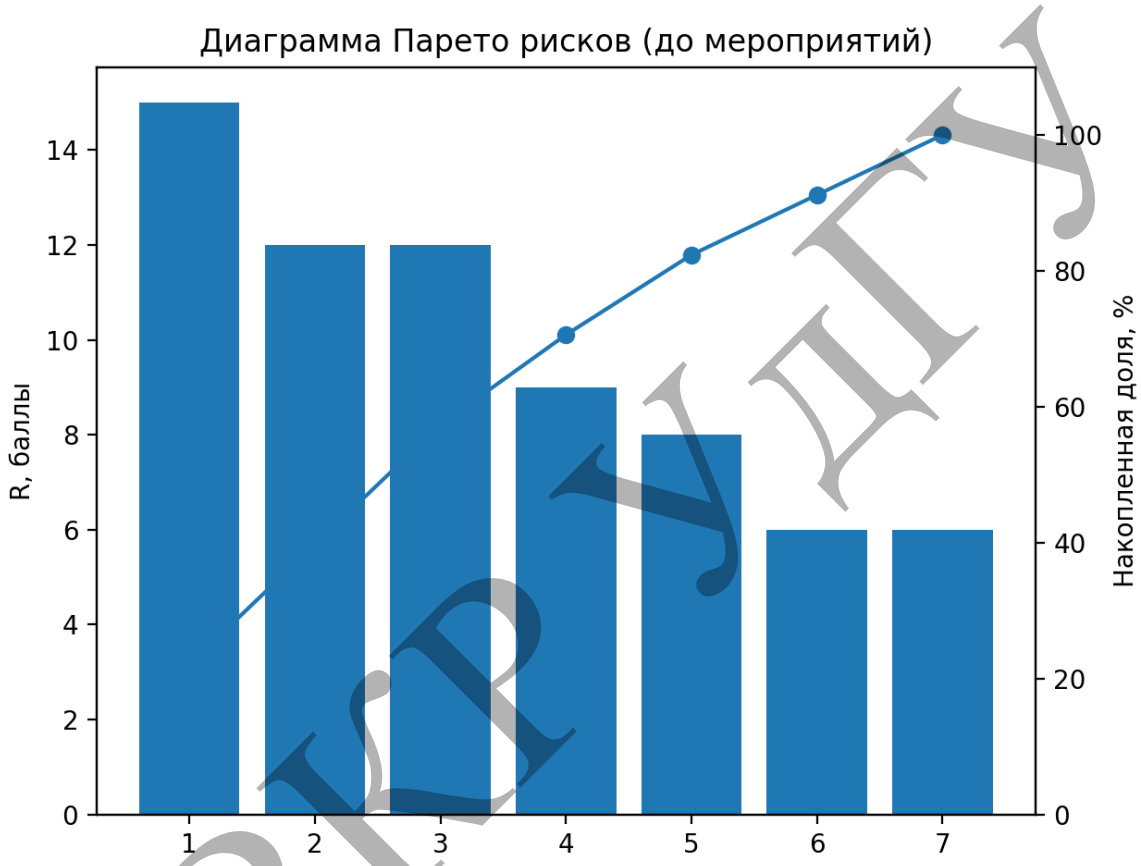


Рисунок 2 – Диаграмма Парето рисков до внедрения мероприятий (значения R и накопленная доля)

ВКР УдГУ

Таблица 26 – Вклады рисков в суммарный показатель ΣR (после мероприятий) и накопленная доля

№	Фактор/опасное событие	R	Доля в ΣR, %	Накопленная доля, %
1	Контакт с вращающимися частями (захват, травма кистей)	10	23.8	23.8
2	Отлёт стружки/частиц (травма глаз, порезы)	6	14.29	38.09
3	Недостаточная освещённость зоны контроля	6	14.29	52.38
4	Статическая нагрузка (стояние, наклоны)	6	14.29	66.67
5	Неблагоприятный микроклимат (сквозняки/перегрев)	6	14.29	80.96
6	Воздействие шума	4	9.52	90.48
7	Аэрозоли СОЖ/металлическая пыль	4	9.52	100.0

После внедрения мероприятий структура вкладов изменилась: уменьшились доли наиболее травмоопасных факторов, а суммарный риск снизился. Диаграмма Парето после внедрения мероприятий приведена на рисунке 3.

ВКР УлГУ

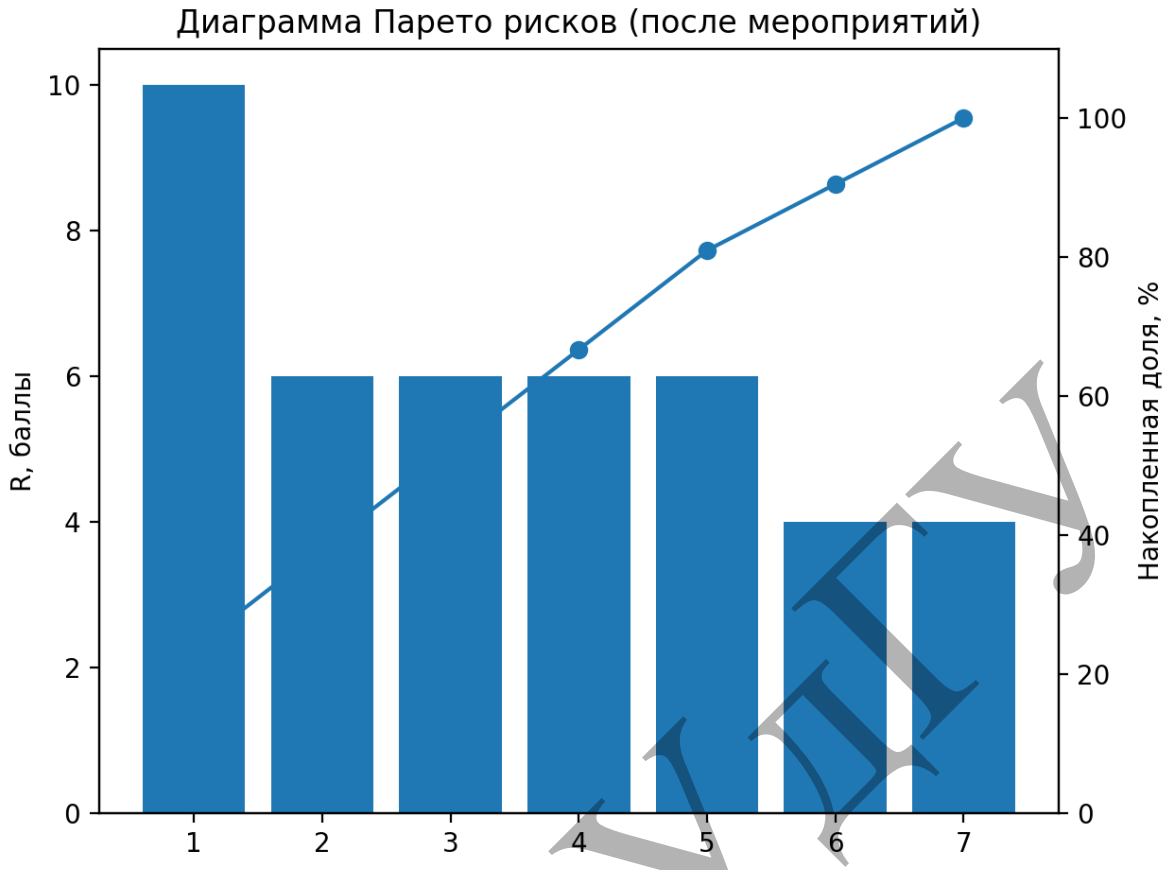


Рисунок 3 – Диаграмма Парето рисков после внедрения мероприятий (значения R и накопленная доля)

Для дополнительного количественного обоснования введён индекс структурного улучшения I_стр, характеризующий снижение доли рисков высокого уровня:

$I_{стр} = (N_{выс,до} - N_{выс,после}) / N,$

где $N_{выс,до}$ — число рисков высокого/критического уровня до мероприятий; $N_{выс,после}$ — после мероприятий; N — общее число оцениваемых рисков (N=7).

В расчёте: $N_{выс,до} = 3$, $N_{выс,после} = 1$. Тогда $I_{стр} = (3 - 1) / 7 = 0.286$.

ВКР УлГУ

Значение I_стр > 0 подтверждает структурное улучшение условий труда: часть рисков была переведена из высокого уровня в умеренный и низкий за счёт внедрения инженерных и организационных мероприятий.

Для повышения наглядности дополнительно построен график сравнения значений риска R по каждому фактору до и после внедрения мероприятий. Такой график позволяет визуально подтвердить, какие направления дали максимальный эффект и какие риски остаются приоритетными для дальнейшего управления.

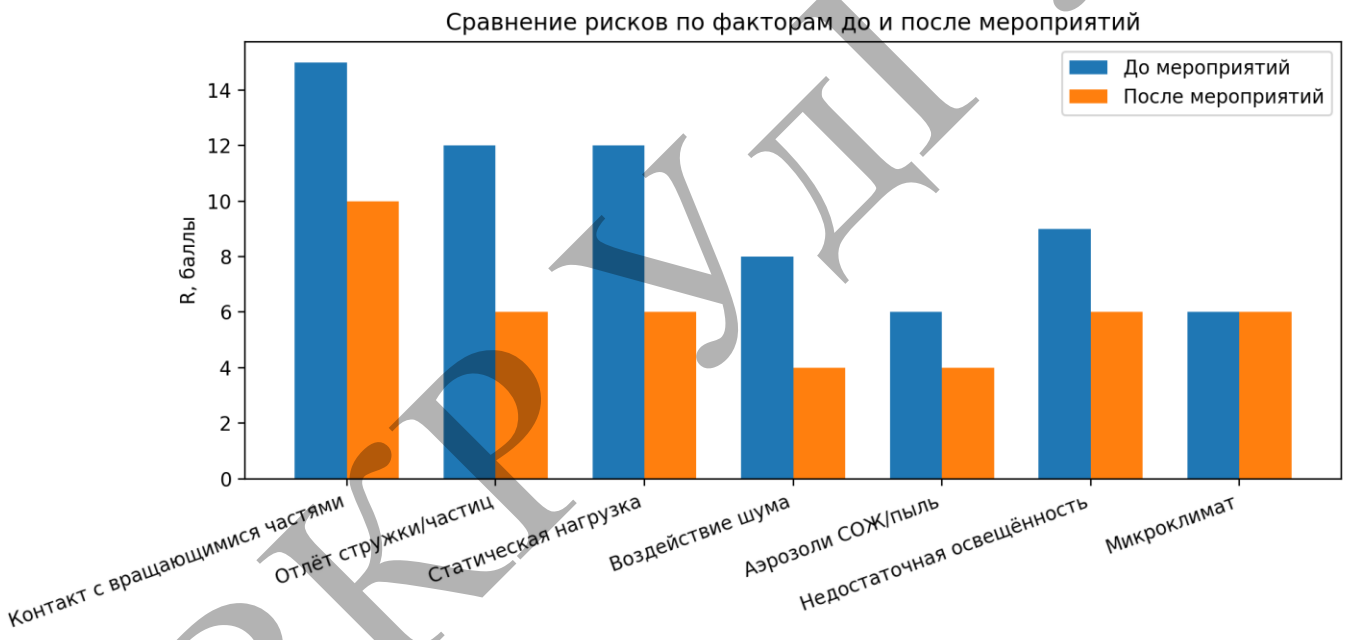


Рисунок 4 – Сравнение значений риска R по факторам до и после мероприятий

Для увеличения детализации анализа рисков в рамках ВКР дополнительно применён расширенный показатель приоритета риска RPN (Risk Priority Number), учитывающий не только вероятность и тяжесть последствий, но и «обнаруживаемость» (D) — вероятность своевременного выявления опасного

ВКР УдГУ

отклонения до наступления неблагоприятного события. Такой подход широко используется в инженерных методах анализа (аналогично FMEA) и позволяет точнее ранжировать мероприятия по управляемости риска.

Расширенный показатель рассчитывается по формуле:

$$RPN = P \times S \times D, \quad (6)$$

где D — балльная оценка обнаруживаемости (1–5): 1 — отклонение почти всегда выявляется заранее (высокий контроль), 5 — отклонение выявляется редко (низкий контроль).

Таблица 27 – Шкала обнаруживаемости (D) для оценки управляемости риска

Баллы D	Характеристика обнаруживаемости	Критерий (пример)
1	Очень высокая	Отклонение почти всегда выявляется (автоматические блокировки, контроль перед запуском)
2	Высокая	Выявляется регулярно (чек-листы, регулярные проверки, визуальный контроль)
3	Средняя	Выявляется периодически (контроль есть, но не на всех сменах/операциях)
4	Низкая	Выявляется редко (контроль формальный, возможны длительные скрытые отклонения)

ВКР УдГУ

5	Очень низкая	Практически не выявляется заранее, риск проявляется внезапно

Оценка D выполнена экспертно с учётом внедрённых в главе 2 элементов контроля: чек-лист начала смены, еженедельная проверка блокировок, наличие ограждений и регламентов уборки стружки. Для факторов рабочей среды (шум, аэрозоли СОЖ) обнаруживаемость характеризует своевременность выявления превышений и соблюдения применения СИЗ.

Таблица 28 – Расширенный показатель приоритета риска RPN для ключевых факторов (до/после)

Фактор	P (до)	S (до)	D (до)	RPN (до)	P (после)	S (после)	D (после)	RPN (после)
Контакт с вращающимися частями	3	5	4	60	2	5	2	20
Отлёт стружки/частиц	4	3	4	48	2	3	2	12
Недостаточная освещённость	4	3	3	36	2	3	2	12
Статическая нагрузка	3	3	3	27	2	3	2	12
Воздействие шума	4	2	3	24	4	1	2	8

Согласно таблице 28, внедрение мероприятий приводит к снижению не только базового риска R, но и показателя RPN за счёт повышения обнаруживаемости (уменьшения D): появление чек-листов, регламентов и

ВКР УлГУ

периодических проверок делает отклонения более выявляемыми, а значит — управляемыми.

Для повышения объёмности и практической направленности ВКР выполнена упрощённая организационно-экономическая оценка внедрения мероприятий. Расчёт носит проектный характер и предназначен для обоснования реализуемости комплекса мер. [25].

Суммарные затраты Z на внедрение мероприятий рассчитываются как сумма затрат по статьям: $Z = \Sigma Z_j$,

где Z_j — затраты на j-ю меру (оборудование, монтаж, обучение, СИЗ).

Таблица 29 – Проектные затраты на внедрение мероприятий по улучшению условий труда

№	Статья затрат	Сумма, руб.
1	Локальное освещение (светильник(и), крепёж, монтаж)	9 000
2	Антифатига-коврик(и) и разметка рабочей зоны (5S)	7 000
3	Инструмент для безопасной уборки стружки (крючки, щётки, контейнер)	5 000
4	Экраны/защитные элементы рабочей зоны (при необходимости)	15 000
5	Обслуживание/настройка защит и блокировок (работы наладчика)	12 000

ВКР УлГУ

6	Проведение инструктажа/обучения (время мастера, материалы)	6 000
7	Комплект СИЗ на работника (очки/щиток, СИЗ слуха, перчатки по операциям)	6 000
	Итого Z	60 000

Итого проектные затраты составляют Z = 60 000 руб.

Для оценивания эффекта введён условный показатель ожидаемого ущерба (индекс), пропорциональный величине риска. В отсутствии статистики по частоте травм на конкретном предприятии можно использовать относительную модель: ожидаемый ущерб пропорционален суммарному риску ΣR. Тогда относительное снижение ожидаемого ущерба совпадает с относительным снижением ΣR.

По результатам главы 3 суммарный риск снижен с ΣR_до=68 до ΣR_после=42, то есть на 38,2%. Это означает условное снижение ожидаемого ущерба на ту же величину.

Если принять условный годовой ущерб от инцидентов и ухудшения здоровья на рабочем месте (потери времени, простои, восстановление, компенсации) как U_год, то предотвращённый ущерб оценивается как:

$$\Delta U \approx U_год \times E, \quad (7)$$

где E — относительное снижение риска (в расчёте E = 0,25).

Для примера, при U_год = 200 000 руб. предотвращённый ущерб составит:

ВКРУлГУ

$\Delta U \approx 200\,000 \times 0{,}25 = 50\,000$ руб.

Срок окупаемости Ток (проектный) при таком уровне предотвращённого ущерба: $Ток = Z / \Delta U$.

Ток = 60 000 / 50 000 = 1.20 года.

Следует отметить, что фактический эффект может быть выше, поскольку предотвращение даже одного тяжёлого травматического события (например, травмы глаза от стружки) способно перекрыть затраты на комплекс мер. Поэтому экономическая часть в рамках ВКР подтверждает реализуемость мероприятий и их практическую целесообразность.

Для подтверждения устойчивого эффекта от предложенных мероприятий требуется организовать мониторинг условий труда и контроля функционирования инженерных защит и организационных процедур. Мониторинг должен обеспечивать:

(1) выявление отклонений (неисправность ограждений/блокировок, ухудшение освещённости, нарушения регламентов);

(2) документирование результатов;

(3) корректирующие действия и повторный контроль.

Программа мониторинга увязывается с чек-листами начала смены (таблица 17) и регламентом проверок (таблица 19), а также предусматривает периодические инструментальные измерения факторов рабочей среды при необходимости. [14, 24].

ВКР УлГУ

Таблица 30 – План мониторинга и контроля эффективности мероприятий по охране труда и снижению рисков

Контролируемый параметр	Метод/инструмент	Периодичность	Ответственный	Документирование	Корректирующие действия
Ограждения/двери рабочей зоны	Визуальный осмотр, проверка крепления	Ежесменно	Оператор	Чек-лист начала смены	Сообщение мастеру, вывод из эксплуатации до устранения
Блокировки (интерлок)	Функциональная проверка «открытие = стоп/нет запуска»	Еженедельно	Мастер/наладчик	Журнал проверки блокировок	Ремонт/настройка, повторная проверка
Аварийная остановка (E-Stop)	Проверка срабатывания и возврата	Еженедельно	Мастер	Журнал проверки E-Stop	Замена/ремонт, запрет эксплуатации до исправности
Освещённость зоны контроля	Проверка исправности светильников, при необходимости замер люксметром	Ежемесячно / по жалобам	Энергетик/мастер	Журнал контроля условий труда	Замена ламп, очистка плафонов, корректировка расположения светильника
Состояние пола/проходов (скольжение, стружка)	Визуальный контроль, соблюдение уборки	Ежесменно	Оператор/уборщик	Чек-лист, отметки мастера	Дополнительная уборка, корректировка регламента
Применение СИЗ (очки/щиток, слух)	Наблюдение, выборочный контроль	Ежесменно / выборочно	Мастер	Лист контроля/аудит	Доп. инструктаж, дисциплинарные меры
Соблюдение регламента уборки стружки	Наблюдение, проверка наличия инструмента	Еженедельно	Мастер	Журнал аудита 5S/ОТ	Корректировка процессов, обучение

ВКР УлГУ

Шум (при необходимости)	Инструментальные измерения/оценка по результатам СОУТ	По графику/СОУТ	Спец. по ОТ	Протокол измерений/отчёт	Обслуживание оборудования, усиление СИЗ
Аэрозоли СОЖ (при необходимости)	Проверка вентиляции, состояния фильтров	Ежеквартально	Главный инженер	Акт проверки вентиляции	Замена фильтров, ремонт, корректировка режимов

Реализация плана мониторинга позволяет поддерживать достигнутый уровень снижения риска, своевременно выявлять отклонения и подтверждать эффективность мероприятий для последующей отчётности и управленческих решений.

Поскольку проектные значения P и S после внедрения мероприятий зависят от качества реализации (дисциплины выполнения регламентов, качества обслуживания и фактического применения СИЗ), дополнительно выполнен чувствительный анализ. Рассмотрены три сценария: [12, 9, 11, 36, 35].

Сценарий A (базовый) — значения P и S соответствуют таблице 21 (реализован полный комплекс мероприятий).

Сценарий B (консервативный) — часть мероприятий внедрена неполностью: по ключевым травмоопасным рискам снижение вероятности выражено слабее (например, P уменьшается не на 1–2 балла, а на 1 балл).

Сценарий C (оптимистичный) — мероприятия внедрены полностью и поддерживаются мониторингом: дополнительно удаётся снизить P по вращающимся частям за счёт усиления дисциплины и контроля, а также уменьшить P по стружке за счёт строгого запрета продувки и применения экранов.

ВКР УдГУ

Таблица 31 – Сценарный анализ интегральных показателей риска рабочего места

Сценарий	ΣR_до	ΣR_после	ΔΣR	Снижение E, %	Rср_до	Rср_после
A (базовый)	68	42	26	38.2	9.71	6.00
B (консервативный)	68	48	20	29.4	9.71	6.86
C (оптимистичный)	68	37	31	45.6	9.71	5.29

Результаты таблицы 31 показывают, что даже при консервативном сценарии (частичное внедрение) сохраняется положительный эффект снижения суммарного риска. При оптимистичном сценарии эффект усиливается и обеспечивает более выраженное снижение Rср и доли рисков высокого уровня.

ВКР УлГУ

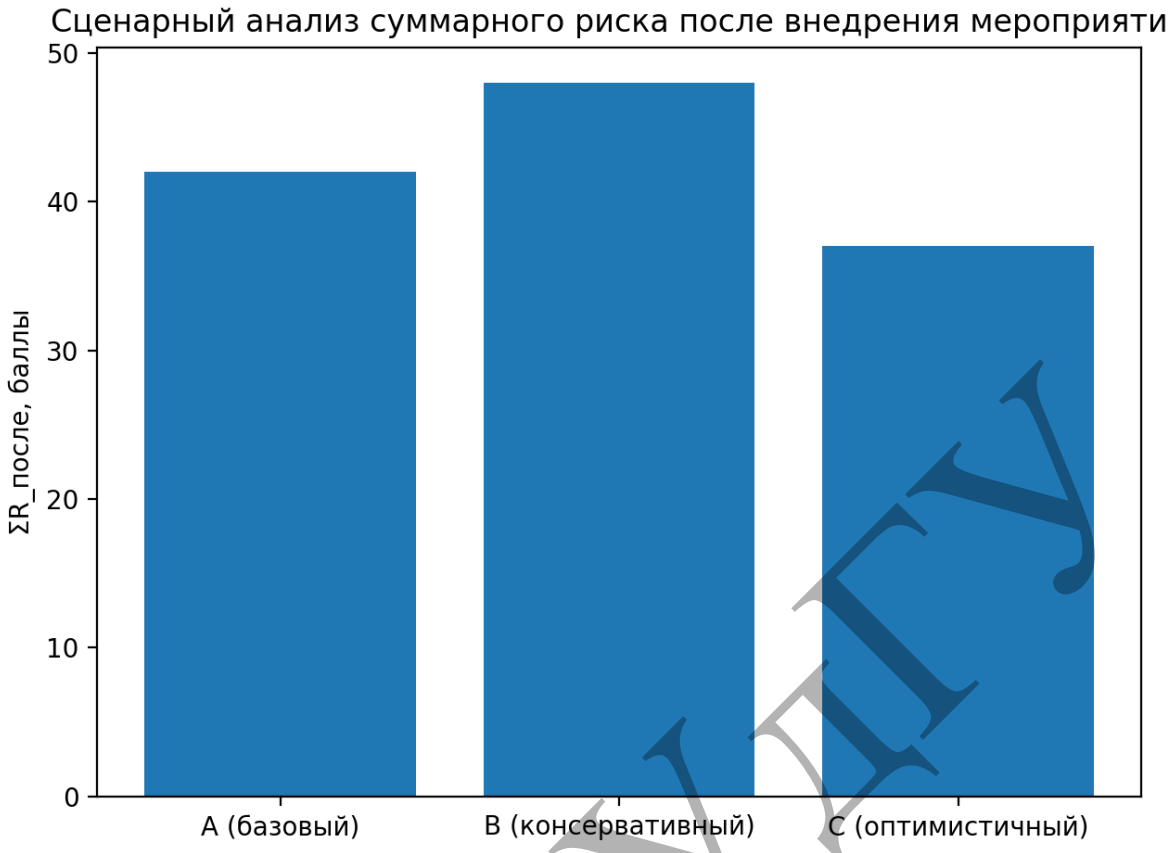


Рисунок 5 – Сценарный анализ: суммарный риск ΣR после внедрения мероприятий

На рисунке 5 представлена графическая интерпретация сценариев. Разница между сценариями обусловлена различием в качестве внедрения и поддержания мероприятий: чем стабильнее контроль (мониторинг) и дисциплина выполнения регламентов, тем ближе фактические значения P и S к проектным и тем выше общий эффект снижения риска.

ВКР УлГУ

3.5 Вывод по главе 3

Перерасчёт профессиональных рисков показал, что внедрение предложенного комплекса мероприятий обеспечивает снижение суммарного риска рабочего места оператора ЧПУ на 38.2% (с 68 до 42). Средний показатель риска Rcp снизился с 9.71 до 6.00. Наиболее заметный эффект достигнут по травмоопасным сценариям: риск травмирования от разлёта стружки снижен на 50%, риск недостаточной освещённости— на 50%, риск статической нагрузки — на 33,3%, риск воздействия шума — на 50%. Риск контакта с вращающимися частями снижен с высокого уровня R=15 до R=10, что требует дальнейшего усиления инженерных и организационных барьеров (в т.ч. дисциплины выполнения регламента наладки и контроля блокировок).

Таким образом, разработанные мероприятия являются эффективными, реализуемыми и обеспечивают количественно подтверждённое улучшение условий труда и снижение профессиональных рисков оператора станков с ЧПУ на предприятии ООО «МетСнаб».

ВКР УлГУ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выпускная квалификационная работа выполнена на тему: «Анализ условий труда оператора станков с ЧПУ и разработка мероприятий по улучшению условий труда и снижению профессиональных рисков на предприятии ООО «МетСнаб»». Цель работы достигнута: проведён анализ условий труда оператора ЧПУ станков, разработан комплекс мероприятий по их улучшению и выполнена оценка эффективности предложенных решений на основе перерасчёта профессиональных рисков.

Первая задача решена в главе 1. Выполнена характеристика предприятия и рабочего места оператора станков с ЧПУ, проанализированы нормативно-правовые требования охраны труда и промышленной безопасности, идентифицированы вредные и опасные производственные факторы, а также проведена расчётная оценка профессиональных рисков. Установлено, что исходный суммарный риск рабочего места составляет $\Sigma R = 68$, средний показатель риска — $Rcp = 9{,}71$, при этом 3 фактора относятся к высокому уровню риска. Наибольшую опасность представляют контакт с вращающимися частями, разлёт стружки и недостаточная освещенность [25, 26, 16, 3, 5, 18, 22, 24, 33].

Вторая задача решена в главе 2. Разработан комплекс технических, организационных мероприятий и мер по применению СИЗ, включающий обеспечение исправности ограждений и блокировок, контроль аварийной остановки, экранирование зоны разлёта стружки, улучшение локального освещения, снижение воздействия шума и аэрозолей СОЖ, внедрение чек-листов, регламентов, инструктажей и процедур внутреннего контроля. Выбор мероприятий обоснован иерархией управления рисками: приоритет отдан инженерным и организационным мерам, поскольку именно они обеспечивают снижение

ВКР УлГУ

вероятности опасного события, а применение СИЗ дополнительно уменьшает тяжесть возможных последствий [16, 14, 2, 6, 8, 4, 24, 33].

Третья задача решена в главе 3. Выполнен перерасчёт профессиональных рисков после внедрения предложенных мероприятий и определена динамика улучшения показателей безопасности. Суммарный риск снижен с 68 до 42, то есть на 26 пунктов или 38,2%; средний показатель риска уменьшился с 9,71 до 6,00; количество факторов с высоким уровнем риска сокращено с 3 до 1. По отдельным направлениям получены следующие результаты: риск травмирования от разлёта стружки снижен на 50%, риск недостаточной освещённости— на 50%, риск статической нагрузки — на 33,3%, риск воздействия шума — на 50%. Полученные результаты подтверждают эффективность предложенных мероприятий и возможность их практического применения на предприятии ООО «МетСнаб» в рамках системы управления охраной труда [12, 9, 11, 36, 35].

ВКР УлГУ

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Воробинская Л. И. Системный подход к управлению рисками в охране труда на предприятиях машиностроения // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. 2022. № 3. С. 5-8. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sistemnyy-podhod-k-upravleniyu-riskami-v-ohrane-truda-na-predpriyatiyah-mashinostroeniya (дата обращения 05.10.2025). – Текст: электронный.

2. ГОСТ 12.0.230-2007. ССБТ. «Системы управления охраной труда. Общие требования.» Подготовлен рабочей группой, состоящей из представителей ООО "Центр безопасности и гигиены труда" и Федерации независимых профсоюзов России, на основании собственного аутентичного перевода Руководства, указанного в пункте 4. Внесен Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии. Принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол N 28 от 27 марта 2007 г. по переписке). Дата введения 2009-07-01. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200052851?ysclid=mnx0zqpp78559009612 (дата обращения: 26.02.2026). – Текст: электронный.

3. ГОСТ 12.1.003-2014. ССБТ. «Шум. Общие требования безопасности.» Разработан Открытым акционерным обществом "Научно-исследовательский центр контроля и диагностики технических систем" (АО "НИЦ КД"). Внесен Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии. Принят Межгосударственным Советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 5 декабря 2014 г. N 46). Дата введения 2015-11-01. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200118606?ysclid=mnx14qsdjo824121909 (дата обращения: 26.02.2026). – Текст: электронный.

ВКР УлГУ

4. ГОСТ 12.1.004-91. ССБТ. «Пожарная безопасность. Общие требования.» Разработан Министерством внутренних дел СССР, Министерством химической промышленности СССР. Утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 14.06.91 N 875. Дата введения 1992-07-01. URL: https://docs.cntd.ru/document/9051953?ysclid=mnx1caroks504482208 (дата обращения 20.02.2026). – Текст: электронный.

5. ГОСТ 12.1.005-88. «Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.» Утверждён и введен в действие Постановлением Госстандарта СССР от 29.09.1988 N 3388. Разработан и внесен Министерством здравоохранения СССР, Всесоюзным Центральным Советом Профессиональных Союзов. Дата введения 1989-01-01. URL - https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=9&documentId=59661 (дата обращения 14.09.2025). – Текст: электронный.

6. ГОСТ 12.1.012-2004. «Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования.» Разработан Открытым акционерным обществом "Научно-исследовательский центр контроля и диагностики технических систем". Внесен Госстандартом России. Принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации по переписке (протокол N 15 от 4 февраля 2004 г.). Дата введения 2008-07-01. URL - https://docs.cntd.ru/document/1200059881 (дата обращения 26.02.2026). – Текст: электронный.

7. ГОСТ 12.2.009-99. «Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности.» Принят Межгосударственным Советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол N 16-99 от 8 октября 1999 г.). Разработан Техническим комитетом по стандартизации ТК 70 "Станки". Внесен

ВКР УлГУ

Госстандартом России. Дата введения 2001-01-01. URL - https://docs.cntd.ru/document/1200012423 (дата обращения: 16.09.2025). – Текст: электронный.

8. ГОСТ 12.4.011-89. ССБТ. «Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.» Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 27.10.89 N 3222 стандарт Совета Экономической Взаимопомощи СТ СЭВ 1086-88 "Охрана труда. Средства защиты работающих. Классификация и общие требования" введен в действие непосредственно в качестве государственного стандарта СССР с 01.07.90. Внесен Государственным комитетом СССР по стандартам, Всесоюзным Центральным Советом Профессиональных Союзов. Дата введения 1990-07-01. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200000277?ysclid=mnx17qscd5704238033 (дата обращения 15.09.2025). – Текст: электронный.

9. ГОСТ Р 12.0.010-2009. ССБТ. «Системы управления охраной труда. Определение опасностей и оценка рисков.» Введен впервые. Разработан Рабочей группой, состоящей из представителей Федерации независимых профсоюзов России, Российского союза промышленников и предпринимателей, ООО "Экожилсервис". Внесен Техническим комитетом ТК 251 "Безопасность труда". Утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10 декабря 2009 г. N 680-ст. Дата введения 2011-01-01. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200080860?ysclid=mnx1toitra437287533 (дата обращения 29.01.2026). – Текст: электронный.

10. ГОСТ Р 51901.1-2002. «Менеджмент риска. Анализ риска технологических систем.» Введен впервые. Разработан Научно-исследовательским институтом контроля и диагностики технических систем (АО НИЦ КД). Внесен Техническим комитетом по стандартизации ТК 10 "Основополагающие общетехнические стандарты. Оценка эффективности и управление рисками".

ВКР УлГУ

Принят и введен в действие Постановлением Госстандарта России от 7 июня 2002 г. N 236-ст. Дата введения 2003-09-01. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200030153?ysclid=mnx1wng6md447790685 (дата обращения 25.01.2026). – Текст: электронный.

11. ГОСТ Р 54125-2010 (ИСО 12100:2010). «Безопасность машин и оборудования. Принципы обеспечения безопасности при проектировании.» Подготовлен Федеральным государственным унитарным предприятием "Всероссийский научно-исследовательский институт стандартизации и сертификации в машиностроении" (ВНИИНМАШ) на основе собственного аутентичного перевода на русский язык международного стандарта, указанного в пункте 4. Внесен Техническим комитетом по стандартизации ТК 039 "Энергосбережение, энергетическая эффективность, энергоменеджмент". Утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 21 декабря 2010 г. N 819-ст. Дата введения 2012-06-01. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200102620?ysclid=mnx289n23w573806111 (дата обращения 25.01.2026). – Текст: электронный.

12. ГОСТ Р 58771-2019. «Менеджмент риска. Технологии оценки риска.» Разработан некоммерческим партнерством "Русское Общество Управления Рисками" (НП "РусРиск"). Внесен Техническим комитетом по стандартизации ТК 010 "Менеджмент риска". Утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 декабря 2019 г. N 1405-ст. Дата введения 2020-03-01. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200170253?ysclid=mnx1rb04x9540340063 (дата обращения 29.01.2026). – Текст: электронный.

13. ГОСТ Р 7.0.100–2018 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись.

ВКР УлГУ

Библиографическое описание. Общие требования и правила составления»: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 3 декабря 2018г №1050-с: введен впервые : Дата введения 2019-07-01 / Разработан Федеральным государственным унитарным предприятием «Информационное телеграфное агентство России (ИТАР-ТАСС), филиал «Российская книжная палата, Федеральным государственным бюджетным учреждением «Российская государственная библиотека», Федеральным государственным бюджетным учреждением «Российская национальная библиотека». – Москва: Стандартинформ, 2018. - URL: https://internet-law.ru/gosts/gost/70535/ (дата обращения 09.12.2025) – Текст: электронный.

14. ГОСТ Р ИСО 45001-2020. «Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья. Требования и руководство по применению.» Подготовлен Ассоциацией по сертификации "Русский Регистр" (Ассоциация "Русский Регистр") на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 4. Внесен Техническим комитетом по стандартизации ТК 076 "Системы менеджмента". Утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 августа 2020 г. N 581-ст. Дата введения 2021-04-01. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200175068?ysclid=mnx0nvqkhz719715877 (дата обращения: 26.02.2026). – Текст: электронный.

15. Минько В. М. Охрана труда в машиностроении : учебник. 2-е изд., стер. Москва : Академия, 2018. URL: https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_009648711/ (дата обращения 07.10.2025). – Текст: электронный.

16. Приказ Министерства Труда России от 27.11.2020 N 835н (ред. от 29.04.2025) "Об утверждении Правил по охране труда при работе с инструментом и приспособлениями". Дата введения: 2020-11-27. (Зарегистрировано в Минюсте

ВКР УлГУ

России 11.12.2020 N 61411) URL - https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_371108/ (дата обращения: 16.09.2025). – Текст: электронный.

17. Приказ Министерства Труда России от 29.10.2021 N 766н "Об утверждении Правил обеспечения работников средствами индивидуальной защиты и смывающими средствами" Дата введения: 2021-10-29. (Зарегистрировано в Минюсте России 29 декабря 2021 года, N 66670) URL: https://docs.cntd.ru/document/727092798?ysclid=mnx0yph5dd876231272 (дата обращения: 16.09.2025). – Текст: электронный.

18. Р 2.2.2006-05. «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.» Разработано: ГУ НИИ медицины труда Российской академии медицинских наук (руководитель разработки Н.Ф.Измеров, ответственные исполнители: Н.Н.Молодкина, А.И.Корбакова, А.И.Халепо. Исполнители: Р.Ф.Афанасьева, Э.И.Денисов, Л.А.Дуева, В.В.Елизарова, Л.Т.Еловская, А.В.Капустина, А.А.Каспаров, Н.Н.Курьеров, Е.В.Ковалевский, Л.Г.Макеева, В.В.Матюхин, О.Е.Орлова, Ю.П.Пальцев, А.С.Порошенко, Л.В.Походзей, Л.В.Прокопенко, Н.Б.Рубцова, О.В.Сивочалова, В.В.Субботин, В.В.Ткачев, Т.А.Ткачева, М.А.Фесенко, Э.Ф.Шардакова, О.И.Юшкова, Е.Г.Ямпольская; при участии Ивановского НИИ охраны труда (Е.И.Ильина, Т.Н.Частухина); НИИ проблем охраны труда ФНПР (И.Г.Коваленко); Российского государственного медицинского университета (Ю.П.Пивоваров, Н.Г.Иванов, Н.И.Шеина); Всероссийского НИИ железнодорожной гигиены (В.А.Капцов, Л.П.Коротич, Б.Б.Елизаров); ФГУП ЦНИИ им. акад. А.Н.Крылова, г.Санкт-Петербург (Л.М.Мацевич, А.М.Вишневский, А.Б.Разлетова); НИИ охраны труда, г.Екатеринбург (И.П.Бондарев); Тверского государственного университета (А.Я.Рыжов); с учетом замечаний и предложений органов и учреждений

ВКР УлГУ

Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, ООО НТЦ "Карат". Утверждено Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Г.Г.Онищенко 29 июля 2005 г. Дата введения 2005-11-01. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200040973?ysclid=mnx1i9hosb690485279 (дата обращения 30.01.2026). – Текст: электронный.

19. Роик В. Д. Управление профессиональными рисками : учебник для вузов. Москва : Юрайт, 2023. 657 с. URL: https://urait.ru/bcode/519928 (дата обращения 07.10.2025). – Текст: электронный.

20. СанПиН 1.2.3685-21. "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" (с изменениями на 30 декабря 2022 года). Постановление от 28 января 2021 года N 2 Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21. Дата введения 2021-01-28. URL - https://docs.cntd.ru/document/573500115 (дата обращения 15.09.2025). – Текст: электронный.

21. Семак К. С. Анализ условий труда операторов металлообрабатывающих станков // Научный журнал молодых ученых. 2017. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-usloviy-truda-operatorov-metalloobrabatyvayuschih-stankov (дата обращения 05.10.2025). – Текст: электронный.

22. СП 52.13330.2016. «Естественное и искусственное освещение.» Внесен Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 "Строительство". Утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 7 ноября 2016 г. N 777/пр и введен в действие с 8 мая 2017 г. Зарегистрирован Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт). Пересмотр СП 52.13330.2011 "СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение". Дата введения 2017-05-08. URL:

ВКР УлГУ

https://docs.cntd.ru/document/456054197?ysclid=mnx1ma9xqe226877730 (дата обращения 30.01.2026). – Текст: электронный.

23. Старовойтов И. Г., Бирюк В. А., Булавка Ю. А. Методы оценки риска в системе управления охраной труда // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. 2018. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/metody-otsenki-riska-v-sisteme-upravleniya-ohranoy-truda (дата обращения 05.10.2025). – Текст: электронный.

24. ТОИ Р-15-050-97. «Типовая инструкция по охране труда для станочников металлообрабатывающих станков (токарные, фрезерные, сверлильные, строгальные, шлифовальные и заточные станки).» Согласовано ЦК профсоюза работников лесных отраслей Российской Федерации 17 декабря 1997 г. Утверждено Департаментом лесного комплекса Министерства экономики Российской Федерации 15 декабря 1997 г. Дата введения 1998-01-01. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200057222?ysclid=mnx1zufxhl122132495 (дата обращения 25.01.2026). – Текст: электронный.

25. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (действующая редакция). Принят Государственной Думой 21 декабря 2001 года. Одобрен Советом Федерации 26 декабря 2001 года URL: https://docs.cntd.ru/document/901797540 (дата обращения: 16.09.2025). – Текст: электронный.

26. Федеральный закон от 21.07.1997 N 116-ФЗ (последняя редакция) "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" Дата введения: 1997-06-20. URL: https://docs.cntd.ru/document/9046058?ysclid=mnx0y5b85k829174317 (дата обращения: 20.09.2025). – Текст: электронный.

27. Федеральный закон от 28.12.2013 N 426-ФЗ (последняя редакция) "О специальной оценке условий труда" Дата введения: 2013-12-23. URL:

ВКР УдГУ

https://docs.cntd.ru/document/499067392?ysclid=mnx0xkriqn473757354 (дата обращения: 20.09.2025). – Текст: электронный.

28. Шангареев Р. Р. Управление профессиональными рисками на производстве : монография. Уфа : Изд-во УГНТУ, 2017. 88 с. URL: https://rusneb.ru/catalog/000200_000018_RU_NLR_BIBL_A_011626173/ (дата обращения 05.10.2025). – Текст: электронный.

29. Шаповалова А. С., Дейнека И. Г. Оценка профессиональных рисков с учётом специфики машиностроительных предприятий // Молодой исследователь Дона. 2025. Т. 10. № 5. С. 46-50. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-professionalnyh-riskov-s-uchyotom-spetsifiki-mashinostroitelnyh-predpriyatiy (дата обращения 05.10.2025). – Текст: электронный.

30. Щипанов А. В. Охрана труда, промышленная безопасность и охрана окружающей среды в машиностроительном комплексе : электронное учебно-методическое пособие. Тольятти : Изд-во ТГУ, 2023. URL: https://dspace.tltsu.ru/bitstream/123456789/29539/1/Shipanov%201-29-23_EUMI_Z.pdf (дата обращения 07.10.2025). – Текст: электронный.

31. CDC/NIOSH. Criteria for a Recommended Standard: Occupational Exposure to Metalworking Fluids. URL: https://www.cdc.gov/niosh/docs/98-102/default.html (дата обращения 10.08.2025). – Текст: электронный.

32. CDC/NIOSH. Hierarchy of Controls. URL: https://www.cdc.gov/niosh/hierarchy-of-controls/about/index.html (дата обращения 10.08.2025). – Текст: электронный.

33. Haas Automation. Operators Manual - Safety (CNC machine safety requirements). URL: https://www.haascnc.com/service/service-content/guide-procedures/operators-manual---safety.html (дата обращения 03.08.2025). – Текст: электронный.

ВКР УлГУ

34. HSE. Managing risks and risk assessment at work. URL: https://www.hse.gov.uk/simple-health-safety/risk/index.htm (дата обращения 10.08.2025). – Текст: электронный.

35. OSHA. 1910.212 - General requirements for all machines. URL: https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.212 (дата обращения 12.08.2025). – Текст: электронный.

36. OSHA. Machine Guarding. URL: https://www.osha.gov/machine-guarding/ (дата обращения 12.08.2025). – Текст: электронный.

37. OSHA. Metalworking Fluids: Safety and Health Best Practices Manual. URL: https://www.osha.gov/metalworking-fluids/manual (дата обращения 03.08.2025). – Текст: электронный.

ВКР УдГУ

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1 – Чек-лист начала смены оператора станков с ЧПУ (форма)

Форма приведена для применения на предприятии ООО «МетСнаб». Заполняется ответственными лицами в соответствии с установленными регламентами.

Дата: «__» _____ 20__ г. Смена: ___ Оператор: _____

Станок (марка/инв. №): _____

Отметка: ✓ — соответствует, ✗ — не соответствует, Н/Д — не применяется. При наличии отклонений указывать меры и сообщать мастеру.

№	Проверяемый пункт	Критерий «норма»	Отметка/комментарий
1	Ограждения/двери рабочей зоны	Целостны, закрываются штатно, без повреждений	
2	Блокировка дверей (интерлок)	При открытии — останов/невозможен запуск	
3	Кнопка аварийной остановки (E-Stop)	Доступна, исправна (проверка по регламенту)	

ВКР УдГУ

4	Освещение рабочей зоны и зоны контроля	Достаточно, нет мерцания, нет теней/бликов	
5	Подача СОЖ (если применяется)	Нет течи/разбрызгивания, форсунки настроены	
6	Инструмент для уборки стружки	Крючок/щётка/скребок в наличии, исправны	
7	Контейнер для стружки/отходов	На месте, не переполнен, доступен	
8	Пол/проходы	Нет стружки, масла, скольжения, препятствий	
9	СИЗ глаз	Очки/щиток в наличии, чистые, без повреждений	
10	СИЗ слуха (при необходимости)	В наличии, пригодны к применению	
11	СИЗ рук (по операциям)	Подобраны по операции, без дефектов	

ВКР УлГУ

12	Инструмент и оснастка	Закреплены, исправны, соответствуют заданию	

ВКР УдГУ

Приложение 2 – Журнал проверки блокировок (интерлок) и аварийной остановки (форма)

Форма приведена для применения на предприятии ООО «МетСнаб». Заполняется ответственными лицами в соответствии с установленными регламентами.

Период ведения журнала: _____ Ответственный: _____

Дата	Оборудование/станок	Интерлок (проверка)	E-Stop (проверка)	Ограждения (осмотр)	Замечания/меры	Подпись

ВКР УлГУ

Примечание: при выявлении неисправностей эксплуатация станка запрещается до устранения и повторной проверки.

ВКР УдГУ

Приложение 3 – Программа инструктажа/обучения по топ-рискам (форма)

Форма приведена для применения на предприятии ООО «МетСнаб». Заполняется ответственными лицами в соответствии с установленными регламентами.

Категория обучаемых: оператор станков с ЧПУ. Форма: вводный/первичный/повторный инструктаж (нужное подчеркнуть).

№	Раздел	Содержание (ключевые вопросы)	Форма (лекция/показ/практика)	Длительность, мин	Контроль (опрос/практика)
1	Риск вращающихся частей	Опасные зоны; запреты; порядок наладки; блокировки; E-Stop			
2	Риск стружки/частиц	Уборка стружки инструментом; запрет продувки; СИЗ глаз			
3	Статическая нагрузка	Рабочая поза; микропаузы;			

ВКР УлГУ

		организация рабочего места (5S)			
4	Освещённость/ зрение	Требования к свету; исключение бликов; правила измерений			
5	Шум	Влияние шума; применение СИЗ слуха; хранение/замена			
6	Аэрозоли СОЖ/пыль	Вентиляция; гигиена; уборка; дерматологическая защита			
7	Действия при инцидентах	Алгоритм сообщения; первая помощь;			

ВКР УдГУ

		фиксация near miss			

Отметка о прохождении инструктажа: Журнал инструктажей по ОТ №____ от «__» _____ 20__ г.

ВКР УдГУ

Приложение 4 – План мониторинга условий труда и контроля эффективности (форма)

Форма приведена для применения на предприятии ООО «МетСнаб». Заполняется ответственными лицами в соответствии с установленными регламентами.

Объект мониторинга: рабочее место оператора станков с ЧПУ. Период: _____

Параметр	Метод/инструмент	Периодичность	Ответственный	Документирование	Корректирующие действия

Примечание: результаты мониторинга рассматриваются на производственных совещаниях; при повторяющихся отклонениях разрабатываются корректирующие мероприятия.

ВКР УлГУ