

**Санкт-Петербургский политехнический университет
Петра Великого
Инженерно-строительный институт
Высшая школа техносферной безопасности**

На правах рукописи

Ульянова Анна Георгиевна

**Методика оценки эффективности управления профессиональными
рисками на основе социально-экономических показателей**

Направление подготовки 20.06.01 Техносферная безопасность

Направленность *Код и наименование*
20.06.01_01 «Охрана труда»

Код и наименование

НАУЧНЫЙ ДОКЛАД

об основных результатах научно-квалификационной работы (диссертации)

Автор работы: Ульянова А.Г.
Научный руководитель: доцент, к.т.н.,
Ефремов С.В.

Санкт Петербург – 2022

Научно-квалификационная работа выполнена в Высшей школе техносферной безопасности Инженерно-строительного института федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»

Директор ВШ/зав. кафедрой: – *Андреев Андрей Викторович,*
к.в.н., доцент

Научный руководитель: – *Ефремов Сергей Владимирович,*
к.т.н., доцент

Рецензент: – *Бронникова Лилия Васильевна,*
к.т.н., доцент

С научным докладом можно ознакомиться в библиотеке ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» и на сайте Электронной библиотеки СПбПУ по адресу: <http://elib.spbstu.ru>

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. В Российской Федерации идет процесс вывода экономики на новый уровень роста. Правительству РФ ставится задача перейти к росту экономики примерно в два раза, что требует взрывного развития промышленного производства, в том числе производительности труда. Увеличение темпов производства не минуемо ведет к росту числа несчастных случаев и профессиональных заболеваний. Средства, вкладываемые в мероприятия охраны труда, например у предприятий нефтегазового сектора достигают от 4 до 40 млрд руб. Разница в 10 раз в расходах на охрану труда наблюдается в компаниях, являющихся лидерами в данной отрасли. Сложившаяся ситуация говорит о том, что необходимы механизмы управления позволяющие планировать мероприятия по охране труда с учетом социально-экономических показателей.

Проблемы оценки и управления профессиональными рисками рассматриваются большим количеством авторов. Основной акцент в этих работах сделан на анализе технических, технологических и организационных факторах возникновения несчастных случаев и профессиональных заболеваний.

В охране труда недостаточно изучен вопрос определения влияния социально-экономических показателей на общий уровень безопасности, выраженный в виде показателей риска. Таким образом, актуален вопрос проведения исследований позволяющих оценить стоимость охраны труда на объектах экономики и использовать данный показатель для управления профессиональными рисками.

Цель работы. Разработка методики оценки эффективности управления профессиональными рисками на основе социально-экономических показателей.

Задачи работы:

- Анализ уровня безопасности труда на объектах промышленности с учетом затрат на его обеспечение и существующих методов определения экономической эффективности мероприятий по ОТ;
- Выбор системы показателей для оценки динамики профессионального риска и обоснование критериев;
- Обоснование методических подходов к определению стоимости охраны труда и усовершенствование модели накопления профессионального риска;
- Разработка алгоритма оценки эффективности управления профессиональными рисками на основе социально-экономических показателей с использованием усовершенствованной модели накопления профессионального риска;
- Верификация разработанной методики и обоснование рекомендаций по выбору приоритетных направлений финансирования мероприятий по охране труда для конкретных объектов экономики.

Научная новизна:

1. Усовершенствована модель накопления профессионального риска, позволяющая прогнозировать уровень профессионального риска на основе распределения финансовых средств по мероприятиям охраны труда и учитывающая изменение производительности труда;
2. Предложен показатель профессионального риска, учитывающий величину затрат на мероприятия охраны труда, и позволяющий формировать стратегию управления.

Методы исследований. Работа выполнена на основе исследований, включающих анализ литературных данных о влиянии социально-экономических факторов на уровень профессионального риска; применение сравнительного и структурно-функционального анализа данных; логико-вероятностный метод.

Теоретическая значимость работы заключается в усовершенствовании математической модели накопления профессиональных рисков, определении критерия оценки эффективности управления охраной труда на основе социально-экономических показателей.

Практическая значимость работы заключается в том, что разработанная методика оценки эффективности управления профессиональными рисками на основе социально-экономических показателей, позволяет оптимизировать затраты на охрану труда с сохранением профессионального риска, не превышающего допустимых значений.

Достоверность результатов исследований подтверждается анализом значительного объема использованных материалов: государственной статистической отчетности, статистических данных промышленных объектов, применением методов корреляционного и регрессионного анализа, использованием современных программных продуктов, высокими коэффициентами корреляции между изучаемыми факторами, соответствием полученных результатов данным других исследователей.

Апробация работы

Основные результаты научно-квалификационной работы докладывались и обсуждались на научно-практических конференциях:

1. Конференции с международным участием «НЕДЕЛЯ НАУКИ-2017».
2. VIII Международного Балтийского морского форума, г. Калининград 2020 года.

Публикации

Основные результаты научно-квалификационной работы опубликованы в 4 печатных работах, из них 2 работа в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ.

Представление научного доклада: основные положения

1. Усовершенствованная модель накопления профессионального риска, позволяющая отслеживать изменение профессионального риска в зависимости от затрат на мероприятия по охране труда и осуществлять обоснованный выбор мероприятий для достижения допустимого риска.

2. Методика оценки эффективности управления профессиональными рисками на основе социально-экономических показателей, учитывающая затраты на охрану труда, что позволяет повысить эффективность управленческих решений по совершенствованию охраны труда и реализацию проактивного подхода к управлению.

3. Рекомендации по выбору приоритетных направлений финансирования мероприятий по охране труда для конкретных объектов экономики.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Научно-исследовательская работа состоит из введения, 3 глав, общих выводов, списка литературы, включающего как отечественных, так и иностранных авторов, и приложений.

Во введении обоснована актуальность темы, сформированы цель и задачи исследования, представлены основные положения, выносимые на представление научного доклада.

В первой главе «Анализ влияния социально-экономических показателей на эффективность управления охраной труда» производится анализ трудов Российских и зарубежных ученых по теме исследования и социально-экономических показателей в охране труда. Произведен выбор вида зависимости эффективности охраны труда от социально-экономических показателей.

Исследования в охране труда, посвященные использованию социально-экономических показателей можно разделить на две группы:

- исследования по оценке и управлению профессиональными рисками;
- исследования по оценке экономического эффекта от мероприятий по охране труда.

Возможно выделить и третье направление – это организационные основы охраны труда на предприятии, но данная направленность носит не научный, а прикладной характер.

С введением в охрану труда понятий «профессиональный риск» и «управление профессиональным риском» опубликовано большое количество работ по данным тематикам. Исследования, посвященные профессиональным рискам, можно разделить на две группы по типу риска, который в них рассматривается: риски травматизма и риски возникновения профессиональных заболеваний.

Рисками возникновения профессиональных заболеваний занимаются специалисты по гигиене труда и врачи профпатологи.

Большой вклад в разработку показателей профессиональных рисков, отражающих особенности возникновения внесли Измеров Н.Ф., Денисов Э.И., Молодкина, Н.Н., Сорокин Г.А, и др. Следует отметить, что исследователи в области рисков возникновения профессиональных заболеваний отдают предпочтение количественным методам определения показателей риска. Например, в работах Измерова Н.Ф. и Денисова Э.И. предлагается использовать индекс профессиональных заболеваний, который характеризует частоту возникновения и тяжесть заболеваний. Сорокин Г.А. в своих исследованиях предлагает выявлять годовой прирост риска с использованием показателей функционального состояния организма, утомляемости и интенсивности труда.

Существует ряд работ посвященных переводу результатов специальной оценки условий труда (СОУТ) в бальную оценку профессионального риска. Одним из самых ярких исследований в данной области можно считать работы Минько В. М. Бальная оценка позволяет в простой и понятной форме для

работодателя описывать ситуацию на рабочих местах и тем самым повышает заинтересованность по проведению мероприятий охраны труда.

Наибольшим интересом среди исследователей пользуются риски производственного травматизма. По статистике травматизм на предприятиях наиболее часто проявляемое негативное событие, что требует наибольшего внимания от системы управления охраной труда (СУОТ). Следовательно, исследований по оценке рисков травмирования проведено большое количество.

Следует отметить наиболее распространенные зарубежные методы оценки риска, разработанные Финским исследователем Мерви Мутонен, систему Элмери и метод Файн – Кини. Данные подходы позволяют оценить организационно-технические мероприятия, проводимые на рабочих местах в виде интегральных показателей, на основе которых разрабатывается план корректирующих мероприятий, то есть воспроизводится на предприятии цикл «Деминга».

В данном направлении трудятся и Российские исследователи Ибатуллин У. Г., Рудаков М. Л., Роик В. Д., Пушенко С. Л., Каверзнева Т.Т., Шарманов В.В. и др.

Таким образом, вопросы оценки риска затрагиваются в широком спектре исследовательских работ, что способствует развитию проактивного управления ОТ.

Наряду с работами об оценке профессиональных рисков, требуется проработка вопросов управления риском. Управление риском требует перехода от констатации о наличии той или иной ситуации с безопасностью труда на производстве к выработке решений, мероприятий и стратегий по достижению допустимых условий труда (УТ).

Следует отметить, что вопрос управления рисками так же имеет ряд направлений по исследованию данного вопроса. Мероприятия по управлению профессиональными рисками имеют техническую, экономическую и организационную составляющую, то есть мероприятия

имеют стоимость и приносят экономический эффект, требуют учета технологических особенностей и правильной организации при их реализации. Научные исследования в основном идут по перечисленным трем направлениям.

Учет экономического эффекта от мероприятий ОТ является наиболее приоритетным направлением исследований, так как позволяет обосновать выделение средств на них и оценить изменение производительности труда, что в конечном итоге ведет к модернизации производства и росту экономики. В СССР исследования по экономической эффективности велись в рамках научной организации труда (НОТ), где оценивалось влияние ОТ на состояние УТ, которые в итоге влияют на производительность труда и себестоимость продукции и услуг. Тему оценки эффективности мероприятий ОТ затрагивали в своих исследованиях Макушин В.Г., Калинина Н. П., Голов А. П., Константинова В.Д., Белова Т.И., Лумисте Е.Г., Ляхова Л.А., Маркарянц Л.М., Агеенко Л.В., Сухов С.С. и др. В зарубежной литературе экономическому обоснованию мероприятий ОТ также уделяется большое внимание, где развитие получили методы сравнения выгод и издержек от реализации защитных мер. В данном направлении свои работы проводили скандинавские ученые Сумелахти Ю., Йонсен, Ю., Х. В. Хайнрих, Купер Г.Л., Люкконен П., Картрайт С. И др.

Экономические и социальные аспекты ОТ в России отражены в работах Кульбовской Н.К., Роик В. Д. Следует отметить, что в работах авторов поднимаются важнейшие вопросы выстраивания в России экономических и социальных взаимосвязей в ОТ, в том числе льготное налогообложение стимулирующее улучшение УТ, выстраивание страховой системы и компенсации работникам за вредные и опасные УТ.

В таблице 1 сведены основные направления исследований по выбранной теме диссертации и ученые работающие по этим направлениям.

Таблица 1 – Направления исследования Российских и зарубежных ученых

Направление исследования	Авторы
Охрана труда в строительстве Модернизация строительного производства	Булыгин В.И., Белов С.В., Золотницкий Н.Д., Коптев Д.В., Минько В.Н., Орлов Г.Г. и другие
Экономическая эффективность мероприятий охраны труда	Кульбовская Н.К., Роик В. Д., Макушин В.Г., Мясников В.Н., Сумелахти Ю., Йонсен, Ю., Х. В. Хайнрих, Купер Г.Л., Люкконен П., Картрайт С. и другие
Управление охраной труда, аудита, менеджмента качества Использование профессиональных рисков и основных показателей состояния условий труда в управлении охраной труда	Денисов Э.И., Минько В.Н., Сорокин Г.А., Роик В. Д., Рудаков М. Л., Русак О.Н., Измеров Н.Ф., Шарманов В.В., Каверзнева Т.Т., Пушенко С. Л., Ибатуллин У. Г., Мерви Мутонен, Уильямом Файном и другие

Таким образом, переход в ОТ на риск-ориентированный подход требует использования оценок профессионального риска для управления ОТ. Профессиональный риск позволяет получить интегральную оценку возможных последствий воздействия УТ на работника, что позволяет действовать проактивно. Проактивный подход к управлению требует тщательной проработки мероприятий по ОТ с точки зрения влияния на состояние УТ и учета социально-экономических аспектов. Следовательно, разработка практических механизмов управления профессиональными рисками с учетом социально-экономических показателей является актуальной.

Рассмотренные направления исследования в ОТ показывают, что одним из важных направлений в управлении профессиональными рисками является использование проактивного подхода к управлению, при использовании которого необходимо планировать мероприятия ОТ с

обоснованием их экономического, технологического и организационного эффекта.

Опираясь на исследования, можно сделать вывод, что рассмотрение системы социально-экономических показателей может с достаточной степенью достоверности отразить экономический, технологический и организационный эффект от мероприятий ОТ.

Рассмотрим социально-экономические показатели и выберем те, которые позволяют оценить эффект от мероприятий ОТ. Следует отметить, что социально-экономические показатели в странах рассматриваются на двух уровнях: макро и микро.

На макроуровне рассматривается положение в социально-экономической сфере страны в целом или отдельных регионов. Вопросы охраны труда рассматриваются на микроуровне (в рамках отдельных предприятий), таким образом макроуровень в данной работе не затрагивается.

Рассмотрим социально-экономические показатели на предприятии. На микроуровне их можно разделить на следующие группы: социальные; экономические; показатели, связанные с состоянием условий труда.

С точки зрения государства основными являются показатели, относящиеся к социальной группе. Рассмотрим данный вид показателей для строительной отрасли.

Занятость работников в сфере строительства определяет развитие всей отрасли, поэтому в данную группу отнесем показатель N_p – среднегодовая численность сотрудников предприятия. Численность работников влияет на объемы мероприятий проводимых по ОТ и устанавливает требования к квалификации специалиста, который ведет дела по ОТ.

Численность сотрудников не в полной мере отражает особенности управления ОТ на предприятии, так как важным элементом является физическое состояние каждого работника, поэтому необходимо знать показатель – возрастной состав предприятия (V). Возраст определяет

особенности состояния здоровья, так как развитие тех или иных заболеваний зависит от него и определяет потенциальную возможность пренебрежением правилами техники безопасности.

Возраст не характеризует качество выполнения трудовых обязанностей. Данную особенность, важную в системе ОТ, определяет квалификация сотрудников предприятия (КВ). Квалификация определяет опыт и навыки, которые влияют на безопасность выполнения тех или иных функций, установленных трудовым распорядком.

Любое предприятие заинтересовано в сбалансированном состоянии всех трех перечисленных показателей. Нарушения в ОТ приводят к изменению баланса, что происходит чаще всего при выбытии работника вследствие заболевания или травмы, поэтому следует учитывать показатель нетрудоспособности – Д.

Следовательно, описан круг социальных показателей в ОТ, представленный на рисунке 1.

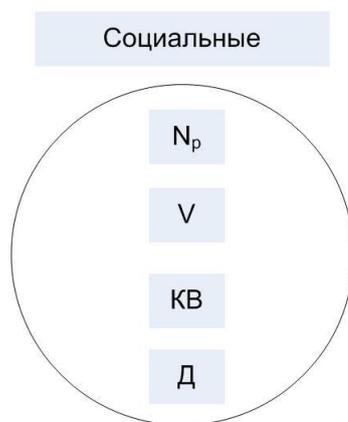


Рисунок 1 – Социальные показатели в ОТ

Следующей составляющей являются показатели, относящиеся к экономической группе. Рассмотрим данный вид показателей для строительной отрасли.

В начале календарного года планируются мероприятия по ОТ, для этого требуется учет экономических показателей, которые характеризуют

объемы производства. Следовательно, показатель – планируемый объем работ (O_p) определяет необходимый человеческий ресурс и влияет на объем мероприятий по ОТ.

Напрямую на объем работ влияет предполагаемый объем объектов, которые необходимо ввести в эксплуатацию (O_B). Каждое предприятие строительной отрасли зависит как в экономическом, так и в социальном плане от объема вводимых в эксплуатацию объектов, так как влияет на темп работ и нагрузку на каждого работника. Широко известно, что при увеличении темпа работ возможно увеличение количества травм и профессиональных заболеваний, что требует от системы управления ОТ учета данной особенности.

Показатели объема работ строительной организации определяют структуру затрат. Основным параметром затрат, связанным с охраной труда, является структура затрат на производство ($Z_{ПР}$). Необходимо планировать структуру затрат таким образом, чтобы не снижать объема выполняемых мероприятий ОТ. Отдельным параметром в структуре затрат является удельный вес расходов на оплату ЖКУ ($U_{ЖКУ}$), который является обязательным и непосредственно влияет на состояние условий труда.

Структуры затрат на производства непосредственно влияют на два параметра связанных с заработной платой работников, такие как: среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников ($Z_{СЗП}$) и среднедушевой ежемесячный денежный доход (Z_d).

Важнейшими экономическими показателями развития предприятия и ОТ является инвестиции в основные фонды (I) и их стоимость ($ОФ$). От инвестиций и стоимостных оценок основных фондов предприятия напрямую зависит производительность труда, результативность деятельности и технологическая развитость, что ведет к кардинальному улучшению условий труда.

Следовательно, описан круг экономических показателей в ОТ, представленный на рисунке 2.

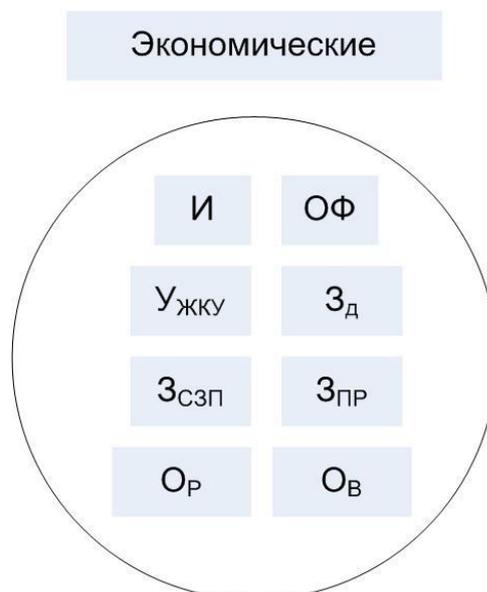


Рисунок 2 – Экономические показатели в ОТ

Существует ряд социально-экономических показателей, которые напрямую используются при характеристике состояния условий труда и ОТ. Следует отметить, что их условно можно также разделить на экономические и социальные. Назовем данную группу показателей социально-экономические в ОТ (СЭОТ).

Основным показателем в ОТ является стаж работников (С), он влияет и на социальное обеспечение, и на экономику предприятия.

От стажа работников зависит необходимый фонд средств на выплату компенсаций за работу во вредных и опасных условиях труда ($У_K$). Стаж работы также непосредственно влияет на показатель профессиональной заболеваемости ($П_{ПЗ}$).

Неявную связь со стажем работы имеет показатель травматизма ($П_{НС}$) на предприятии.

Министерство труда РФ для характеристики условий труда использует два основных социально-экономических показателя:

1. удельный вес работников, занятых во вредных и опасных условиях труда ($У_{УТ}$);
2. удельный вес работников подвергавшихся воздействию вредных и опасных факторов ($У_{Ф}$).

От состояния условий труда зависит параметр, характеризующий затраты на компенсации и средства защиты ($Z_{\text{КиСИЗ}}$).

Связующим звеном между экономическими и социальными показателями является показатель производительности труда ($I_{\text{ПТ}}$), который в конечном счете определяет размер доходов предприятия. Производительность труда зависит от еще одного показателя – средний уровень использования производственных мощностей ($I_{\text{ПМ}}$).

Таким образом, систему социально-экономических показателей можно представить в виде двух пересекающихся множеств (рисунок 3).

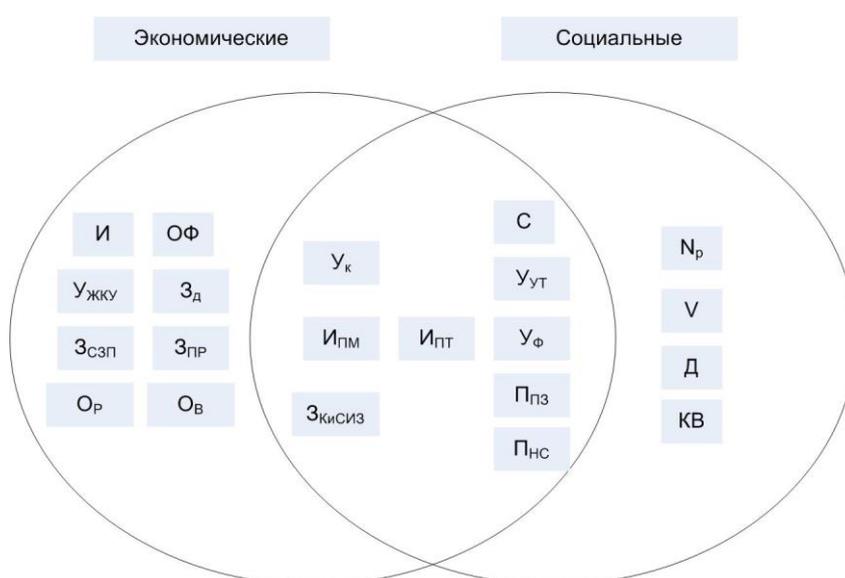


Рисунок 3 – Система социально-экономических показателей в ОТ

Система социально-экономических показателей характеризует состояние системы управления охраной труда, так как состояние условий труда взаимосвязано с экономическими и социальными аспектами функционирования предприятия. Следовательно, необходимо определить вид данных взаимосвязей и их влияние на эффективность функционирования ОТ на строительном предприятии.

ОТ является социально-технической системой с точки зрения системного подхода к ее организации. ОТ не отделить от экономики предприятия, так как обеспечение работников и трудовых процессов непосредственно влияет на производство товаров и оказание услуг. Следовательно, социально-экономические показатели непосредственно

определяют уровень охраны труда, который определяется состоянием условий труда, профессиональными рисками и физико-психологическим состоянием работника.

Взаимосвязь приведенных выше показателей определяет вид зависимости эффективности ОТ от социально-экономических показателей.

В РФ реализуется риск-ориентированный подход управления ОТ, следовательно, основным показателем ее состояния выбран профессиональный риск, являющийся вероятностью повреждения здоровья работника при исполнении им трудовых обязанностей.

Таким образом, эффективность охраны труда зависит от синергетического эффекта изменения уровня профессионального риска и социально-экономических показателей функционирования предприятия.

Непосредственно профессиональный риск (исходя из определения в ТК) является показателем, отражающим вероятность повреждения здоровья работника, которая зависит от баланса социально-экономических факторов.

Следовательно эффективность управления профессиональным риском напрямую влияет на социально-экономическое состояние строительного предприятия.

Ключевым показателем, отражающим эффективность управления профессиональным риском, является производительность труда. На нее влияет как уровень профессионального риска, так и уровень развития строительного производства.

Таким образом, появляется необходимость в разработке методик оценки эффективности управления профессиональным риском, позволяющих производить оценку, опираясь на основные социально-экономические показатели, отражающие состояние системы управления охраной труда.

Данное направление открывает возможность научно-обоснованно подойти к планированию мероприятий охраны труда, чтобы повысить заинтересованность работодателей в их проведении. Использование социально-экономических показателей в процессе управления

профессиональным риском приведет к тому, что система охраны труда не будет увеличивать нагрузку на бюджет предприятия, а будет являться катализатором увеличения темпов производства, напрямую влияя на доходы.

Во второй главе «Совершенствование модели накопления профессионального риска с учетом социально экономических показателей» производится выбор показателя профессионального риска отражающего воздействие повышенной тяжести труда у строительных работников, определяется период, на который делается прогноз накопления профессионального риска, приводится усовершенствованная модель накопления профессионального риска и обосновываются критерии для оценки накопления профессионального риска.

Разнообразие показателей ПР требует выбора показателя, отражающего воздействие на работников строительной отрасли повышенной тяжести труда, так как данный фактор является преобладающим в строительной отрасли. Повышенная тяжесть труда влияет на опорно-двигательный аппарат строителей, поэтому был выбран показатель профессионального риска на основе индекса суставных болей разработанный (метод Сорокина Г.А.).

Воздействие на работников фактора тяжести труда характеризуется постепенным увеличением риска. ПР возникновения отклонений в состоянии опорно-двигательного аппарата строителей в течение трудового стажа работника нелинейно возрастает, что определяется как накопление ПР (в работе Ульянова А.И.):

$$R_i = R_{i-1} + \Delta R_i, \quad (1)$$

где $R_{i(i-1)}$ – ПР, накопленный работником в течение $i(i-1)$ лет трудовой деятельности; ΔR_i – приращение ПР на i -ом году трудового стажа.

Условия труда можно считать безопасными, если накопленный риск не превышает приемлемого значения R_n :

$$R_0 + \sum_{i=1}^{T_n} \Delta R_i \leq R_n, \quad (2)$$

где R_0 – начальный ПР; T_6 – безопасный трудовой стаж (год) в заданных условиях производственной среды.

Прирост ПР снижается или возрастает на величину:

$$\Delta R_i = (1 - \varepsilon) \cdot \Delta R_{i-1}, \quad (3)$$

где ε - коэффициент снижения ПР, характеризующий эффективность мероприятий управления профессиональным риском.

Задав, что коэффициент снижения риска (ε) пропорционален показателю вклада каждого мероприятия по ОТ в производительность труда и их относительной стоимости, получаем:

$$\varepsilon = \sum_{i=1}^m k_m \cdot I_{pt} \quad (4)$$

где k_m – коэффициент вклада мероприятий в увеличение производительности труда, I_{pt} – индекс производительности труда, m – количество возможных мероприятий ОТ.

Параметр $I_{pt} = I_{ot} / I_{lt}$ – индекс производительности труда представляет собой отношение I_{ot} – индекса физического объема выпуска товаров строительного производства к I_{lt} – индексу отработанного времени.

Мероприятия ОТ обеспечивают увеличение производительности труда, за счет сокращения потерь рабочего времени и повышения выпуска продукции за счет снижения тяжести труда.

Увеличение производительности труда зависит не на 100% от мероприятий по охране труда, поэтому введен показатель k_m - коэффициент вклада мероприятий ОТ в увеличение производительности труда, который изменяется в пределах $[0,1]$.

Общее состояние ОТ характеризуется скоростью изменения показателей ПР, то есть первой производной по времени, которая зависит от эффективности проводимых мероприятий по охране труда. Так как функция ПР непрерывна, то годовой прирост ПР можно интерпретировать как малое приращение функции и тогда скорость изменения ПР (V_R):

$$\Delta R \rightarrow dR \Rightarrow V_R = \frac{dR}{dt}. \quad (5)$$

Для получения взаимосвязи между эффективностью мероприятий и профессиональным риском тяжести труда воспользуемся данными Сорокина Г.А., которые позволяют утверждать, что в зоне стажа риск начинает изменяться с возрастающей скоростью. Представим функцию накопления профессионального риска в линейном виде, предположив, что изменение прироста риска (3) для каждого участка стажевой экспозиции остается неизменным. Перейдя к малым приращениям функции риска $\Delta R \rightarrow dR$, получаем

$$R = R_0 + (1 - \varepsilon) \frac{dR}{dt} t. \quad (6)$$

Для решения дифференциального уравнения преобразуем:

$$\frac{dR}{dt} = \frac{R - R_0}{(1 - \varepsilon)t}. \quad (7)$$

Сделаем замену $\tilde{R} = R - R_0$, $d\tilde{R} = dR$:

$$\frac{d\tilde{R}}{dt} = \frac{\tilde{R}}{(1 - \varepsilon)t} \rightarrow \frac{d\tilde{R}}{\tilde{R}} = \frac{dt}{(1 - \varepsilon)t}. \quad (8)$$

Интегрируем правую и левую часть полученного выражения 8:

$$\int \frac{d\tilde{R}}{\tilde{R}} = \frac{1}{(1 - \varepsilon)} \int \frac{dt}{t} \quad (9)$$

получаем уравнение:

$$\ln|\tilde{R}| = \frac{1}{(1-\varepsilon)} \ln|t| + \ln C. \quad (10)$$

Применим операцию экспоненцирования:

$$\tilde{R} = t^{\frac{1}{(1-\varepsilon)}} \cdot C. \quad (11)$$

Сделав обратную замену, получаем общий вид функции изменения профессионального риска от трудового стажа:

$$R = R_0 + t^{\frac{1}{(1-\varepsilon)}} \cdot C, \quad (12)$$

где R_0 – начальное значение профессионального риска, которое определяется из начальных условий, C – константа интегрирования, определяемая из начальных условий, которая интерпретируется как базовое значение прироста профессионального риска.

Обозначив константу C как базовый прирост профессионального риска $R_{\text{баз}}$, уравнение 12 приобретает вид:

$$R_i = R_0 + t^{\frac{1}{(1-\varepsilon)}} \cdot R_{\text{баз}}. \quad (13)$$

Полученная модель изменения профессионального риска в течении трудового стажа недостаточно точно отражает, данный процесс, так как зависимость имеет вид непрерывной функции. А в соответствии с законодательной базой по ОТ оценка профессионального риска производится дискретно один раз в год или чаще в зависимости от особенностей предприятия.

Следовательно, предлагается перейти к дискретному представлению функции (13). Обозначив $b_i = t_i^{\frac{1}{(1-\varepsilon)}}$, где i – определенный период стажа, за который производится оценка профессионального риска. В дискретном виде усовершенствованная модель накопления профессионального риска принимает линейный вид:

$$R_i = R_0 + b_i \cdot R_{\text{баз}}. \quad (14)$$

На рисунке 4 представлено графическое представление накопления ПР в течение 5 лет.

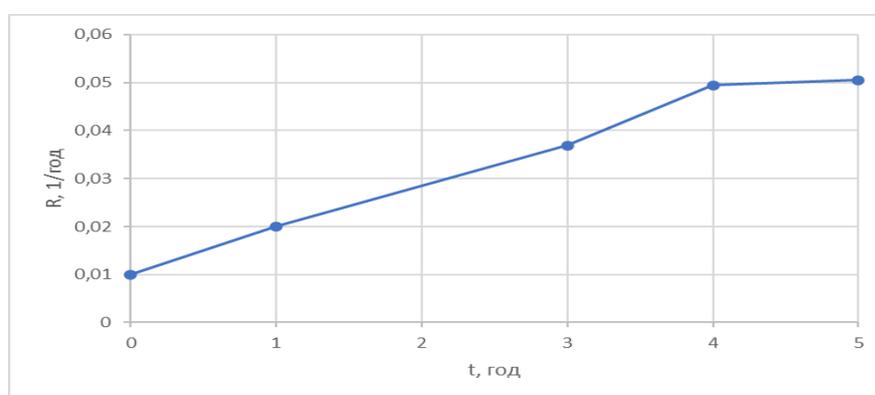


Рисунок 4 – Графическое представление накопления ПР в течение 5 лет

Таким образом, уравнение (14) определяет изменение профессионального риска в течение дискретного момента трудового стажа, что позволяет производить оценку ПР начиная с любого момента времени. Данная особенность усовершенствованной модели накопления ПР дает возможность достаточно точно оценивать корректировки в планах мероприятий ОТ. Дискретность позволяет менять период оценки ПР, то есть можно оценивать ПР за год или проводить оценку за квартал.

В третьей главе проведена разработка методики оценки эффективности управления профессиональными рисками на основе социально-экономических показателей.

В действующих нормативных документах установлены требования к оценке эффективности процесса управления профессиональными рисками, а методические аспекты решения этой задачи не рассматриваются.

При этом методы управления профессиональными рисками рассматриваются, как инструмент максимального сохранения жизни и здоровья работника.

В рамках научных исследований оценка эффективности рассматривалась в трудах: Федореца А.Г., Кульбовской Н.К., Румянцевой Н.В., Рудакова М.Л., Минько В.М., Макушина В.Г., Мерви Муртонен. Основным направлением повышения эффективности охраны труда является снижение издержек на производство основной продукции предприятия за счет улучшения условий труда. В работах, указанных выше авторов, основным показателем является годовой экономический эффект, который вычисляется путем сравнения экономических показателей до проведения предложенных мероприятий и после их проведения. Необходимость подсчета показателей до и после внедрения мероприятий является существенным недостатком, так как в некоторых случаях достаточно сложно спрогнозировать получаемый эффект.

Внедрение в систему охраны труда риск-ориентированного подхода подразумевает непрерывное управление профессиональными рисками. Управление профессиональными рисками является, в соответствии с ТК, комплексом взаимосвязанных мероприятий по выявлению, оценке и снижению уровней профессиональных рисков.

В охране труда формируется система управления, которая включает в себя все необходимые процессы для сохранения жизни и здоровья работников, следовательно, управление профессиональными рисками является одним из этих процессов.

Следовательно, понятие эффективности управления профессиональными рисками можно определить, как: результат, выраженный в виде снижения уровня профессионального риска, при проведении определенного комплекса мероприятий.

Оценка эффективности управления процессом заключается в сравнении степени достижения целевого значения с выбранными критериями.

Полученный результат протекания процесса можно выразить рядом показателей. Для этого используются три набора показателей: показатели протекания процесса (Π_1), показатели получаемого результата (Π_2) и степень удовлетворённости потребителя (Π_3).

В качестве показателя процесса будем использовать временную характеристику его протекания. В случае процесса управления профессиональными рисками, к ним можно отнести: время протекания, количество этапов, количество действий на каждом из этапов. В качестве основного параметра получаемого результата при управлении ПР целесообразно использовать показатели ПР, введем для них обозначение R :

$$\Pi_1 = R \quad (15)$$

В качестве показателя Π_2 будем использовать время протекания процесса (T).

$$\Pi_2 = T \quad (16)$$

В системе управления охраной труда степень удовлетворенности результатом процесса управления ПР зависит от величины относительных затрат на ОТ (Z/Z_{\max}), которые позволяют достичь определенного уровня профессиональных рисков (R). Воспользуемся методом линейной свертки, чтобы объединить два параметра в единую целевую функцию.

Таким образом, эффективным управление профессиональным риском будет являться в случае оптимального сочетания между затратами времени, ресурсов и полученным уровнем профессионального риска.

Поскольку эффект зависит от нескольких показателей, в чем-то противоположных друг другу, то необходимо выбрать оптимальное сочетание этих параметров. Исходя из этого, оптимизационная функция будет иметь следующий вид:

$$\Pi_3 = R^{\alpha_1} \times \frac{Z^{\alpha_2}}{Z_{\max}} \quad (17)$$

где α_1 и α_2 весовые коэффициенты, которые определяют приоритет одного из показателей и имеют предел изменения $[0,1]$.

Таким образом, модель процесса управления ПР можно выразить системой уравнений (18):

$$\begin{aligned} \Pi_1 &= R \\ \Pi_2 &= T \\ \Pi_3 &= R^{\alpha_1} \cdot \frac{Z^{\alpha_2}}{Z_{\max}} \end{aligned} \quad (18)$$

Основной целью управления профессиональными рисками является достижение его допустимого значения. Так как риск является относительным показателем, то и целевое значение для него задается по его фактическому значению на момент планирования мероприятий по охране труда ($R_c = R_{\text{факт}}$).

Так как процедура оценки профессиональных рисков является ежегодной, то целевым значением протекания процесса управления профессиональным риском будем считать 1 год.

Целевым значением удовлетворенности полученным результатом при управлении профессиональными рисками, задается по фактическому значению ПР и параметр относительных затрат задается на основе экспертной оценки бухгалтерии предприятия.

Выбранные целевые значения показателей (R_c , T_c , Z_c/Z_{\max}), характеризующих процесс управления профессиональным риском, позволяют перейти к определению степени их достижения. Следовательно, степень достижения должна быть безразмерной величиной, поэтому логично представить степень в виде отношения значений показателя к его целевому значению (19).

$$\begin{aligned} S_1 &= \frac{\Pi_1}{R_c} \\ S_2 &= \frac{\Pi_2}{T_c} \\ S_3 &= \frac{\Pi_3}{R_c^{\alpha_1} \times \frac{Z_c^{\alpha_2}}{Z_{\max}}} \end{aligned} \quad (19),$$

где S_1 – показатель степени достижения показателя профессионального риска к его целевому значению R_C ; S_2 – показатель степени достижения показателя времени протекания процесса к его целевому значению T_C ; S_3 – показатель степени достижения показателя эффективности управления к его целевому значению.

В данном случае, используя представленные три показателя, характеризующие процесс управления профессиональным риском, можно оценить эффективность, используя степени их достижения. Для чего необходимо обосновать критерии.

Степени целевых значений в случае, если они равны 1, то это является эффективным результатом управления профессиональным риском. Следовательно, если S_1 , S_2 и S_3 принимают значения больше 1, то процесс управления профессиональными рисками является неэффективным. В таблице 2 представлена система показателей и критериев оценки эффективности управления профессиональными рисками.

$$\begin{aligned} S_1 &\leq K_1 \\ S_2 &\leq K_2 \\ S_3 &\leq K_3 \end{aligned} \quad (20),$$

где K_1 – критерий оценки показателя профессионального риска; K_2 – критерий оценки показателя времени; K_3 – критерий оценки показателя эффективности управления.

Таблица 2 – Критерии оценки эффективности

Показатель оценки эффективности	Критерий оценки эффективности	Значения критерия оценки эффективности		
		высокая эффективность	эффективно	не эффективно
P_1	S_1	$0 \dots \infty$		
	K_1	<1	1	>1
P_2	S_2	$0 \dots \infty$		
	K_2	<1	1	>1
P_3	S_3	$0 \dots \infty$		
	K_3	<1	1	>1

1-й этап методики предполагает оценку фактического значения ПР по тяжести труда (метод Сорокина Г.А.) с учетом социально-экономических

показателей. На этапе 2 устанавливается целевое значение ПР, времени реализации процесса управления ПР и показателя удовлетворенности процессом управления ПР. На этапе 3 выбираются мероприятия по весовому коэффициенту k_m , устанавливающего приоритетность финансирования мероприятий по степени влияния на производительность труда выбранной категории работников. Формируется набор планов мероприятий с соответствующими $\varepsilon_1, \varepsilon_2 \dots \varepsilon_n$. На этапе 4 по $\varepsilon_1, \varepsilon_2 \dots \varepsilon_n$ рассчитываются значения $R_{\text{план}}$ и плановые степени достижения целевых показателей для вариантов мероприятий ОТ. На этапе 5 выбирается вариант,

соответствующий возможностям предприятия
$$P_{\text{нз}} = R_{\text{план}}^{0,5} \cdot \frac{Z_n^{0,5}}{Z_{\text{max}}} \rightarrow \min$$
. На этапе 6 оцениваются фактические параметры реализации выбранного плана и оценивается эффективность процесса управления ПР.

Порядок реализации методики оценки эффективности управления ПР в строительстве по фактору тяжести труда представлен алгоритмом (рисунок 2).

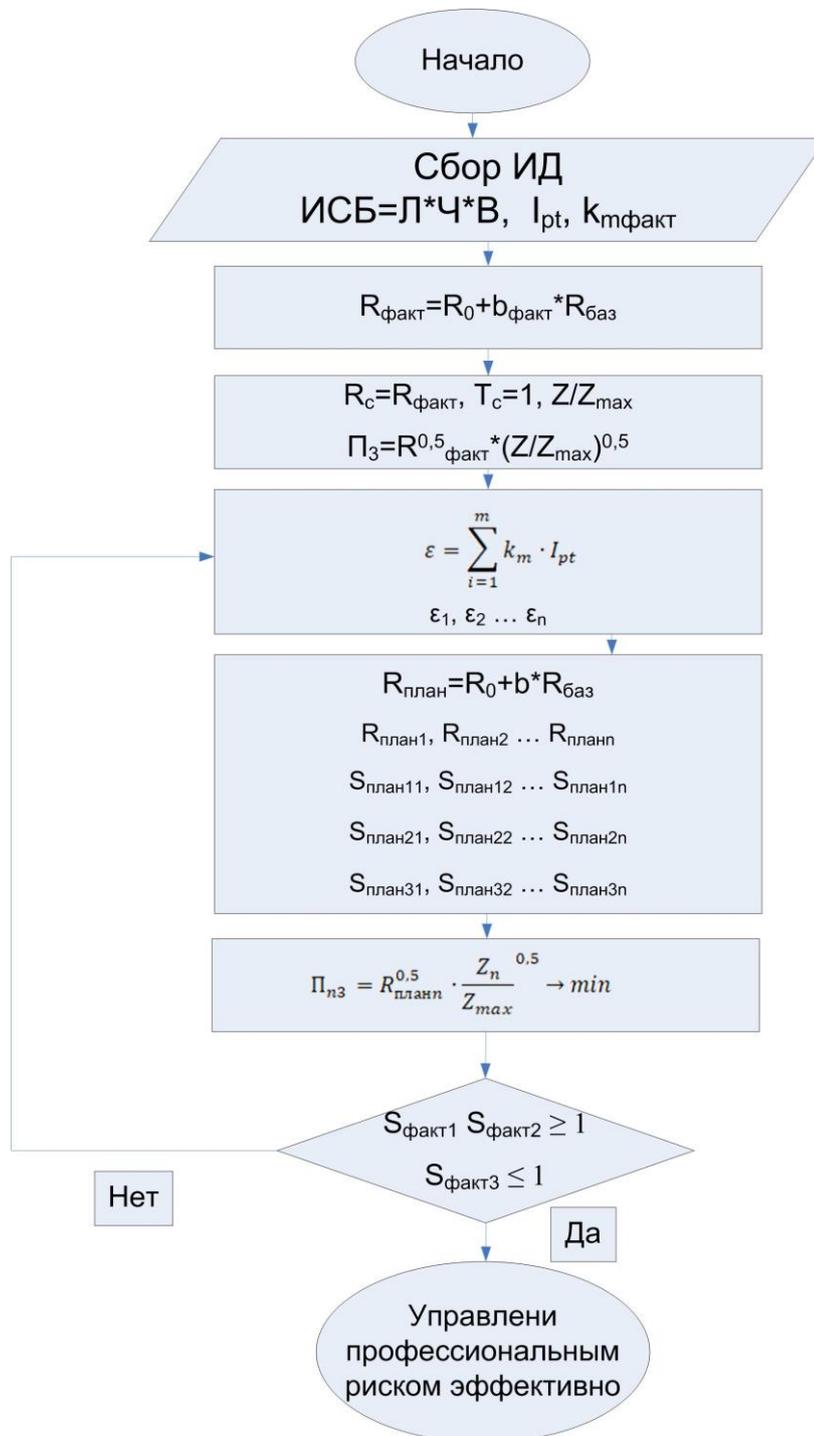


Рисунок 5 – Алгоритм методики оценки эффективности управления профессиональными рисками

Полученная методика позволяет обеспечить непрерывный процесс управления ПР по фактору тяжести труда в течение всего жизненного цикла строительного предприятия. На каждой итерации функционирования алгоритма происходит отслеживание полученных результатов и выполняется корректировка мероприятий по ОТ.

Заключение

Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой содержится решение актуальной научной задачи развития методического аппарата управления ПР. Усовершенствованная модель накопления ПР риска в течение трудового стажа позволила производить оценку ПР дискретно, что упрощает выбор временной точки, с которой производится оценка.

– Выполнен анализ существующей обстановки состояния охраны труда в строительстве.

– Усовершенствована модель накопления профессионального риска в течение трудового стажа работника.

– Разработана методика оценки эффективности профессионального риска.

– Осуществлена верификация разработанной методики.

**Список работ, опубликованных по теме научно-квалификационной
работы (диссертации)**

Публикации в изданиях, рецензируемых ВАК

1. Ульянова А. Г., Ефремов С. В., Ульянов А.И. Совершенствование модели накопления профессионального риска [Текст] / А. Г. Ульянова, С. В. Ефремов, А.И. Ульянов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2022. –Т. 8. – № 2 (46). – С. 137-140.
2. Ульянова А. Г., Ефремов С. В., Ульянов А.И. Разработка подхода к оценке эффективности управления профессиональными рисками [Текст] / А. Г. Ульянова, С. В. Ефремов, А.И. Ульянов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2022. –Т. 8. – № 2 (46). – С. 159-164.

Публикации в других изданиях

1. Ульянова А. Г., Мишина А. С., Разработка подхода к оценке эффективности управления профессиональными рисками [Текст] / А. Г. Ульянова, А. С. Мишина, // Совершенствование системы управления охраной труда вертикально-интегрированных компаний с использованием информационных технологий. – 2017. – С. 105-108.
2. Ульянова А. Г., Каверзнева Т. Т., Ульянов А.И. Разработка подхода к оценке эффективности управления профессиональными рисками [Текст] / А. Г. Ульянова, Т. Т. Каверзнева, А.И. Ульянов // Материалы VIII Международного Балтийского морского форума : в 6 т. Калининград. – 2020. . – С. 552-558.

Аспирант _____ Ульянова А.Г.

(подпись)