

Код специальности ВАК 2.10.3

УДК 614.8:004.056.5

Соловьев Владислав Викторович

Преподаватель

Российский университет транспорта (РУТ (МИИТ)), Российская открытая академия транспорта, кафедра «Транспортное строительство».

Адрес: 127994, ГСП-4, г. Москва, ул Образцова, д. 9, стр. 9

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛИСТОВ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Аннотация: В условиях цифровизации обеспечение безопасных условий труда (БУТ) инженерно-технических специалистов (ИТС), обслуживающих информационные системы (ИС), остается актуальной и недостаточно изученной задачей. Цель исследования — разработать системный подход к БУТ ИТС в ИС для комплексной оценки и снижения профессиональных рисков. Задачи: анализ факторов, разработка модели системы обеспечения БУТ и оценка её эффективности.

Исследование использовало системный анализ, экспертные оценки и статистическую обработку (SPSS). Применялась методология РНА для идентификации опасностей; эксперты по охране труда и информационной безопасности (n=5) оценивали влияние факторов.

Результатом стала модель, объединяющая организационные, технические и психологические меры. Наиболее значимые факторы — длительная работа за компьютером, высокий уровень ответственности, дефицит времени и недостаточная квалификация. Внедрение модели снижает профессиональные риски и улучшает условия труда ИТС. Эффективность модели подтверждена экспертной и статистической оценкой, что позволяет рекомендовать внедрение регулярного мониторинга, обучения и обновления регламентов. Заключение: системный подход эффективен; модель пригодна для

практического применения в организациях при разработке стандартов, инструкций и обучении персонала. Дальнейшие исследования целесообразны.

Ключевые слова: безопасные условия труда, инженерно-технические специалисты, системный подход, профессиональные риски, технические меры, психологические факторы, квалификация персонала

Vladislav Viktorovich Soloviev

Lecturer

Russian University of Transport (RUT (MIIT)), Russian Open Academy of
Transport, Department of Transport Construction.

Address: 127994, GSP-4, Moscow, Obraztsova St., Building 9, Bldg. 9

e-mail: vladvc@mail.ru

Systematic Analysis of Ensuring Safe Working Conditions for Engineering and Technical Specialists in Information Systems.

Abstract: In the context of digitalization, ensuring safe working conditions (SWC) for engineering and technical specialists (ITS) servicing information systems (IS) remains a pressing and understudied issue. The objective of this study is to develop a systems approach to SWC of ITS in IS for the comprehensive assessment and mitigation of occupational risks. Objectives: analyze factors, develop a model of the SWC provision system, and evaluate its effectiveness.

The study utilized systems analysis, expert assessments, and statistical processing (SPSS). The PHA methodology was applied to identify hazards; Occupational health and information security experts (n=5) assessed the impact of these factors.

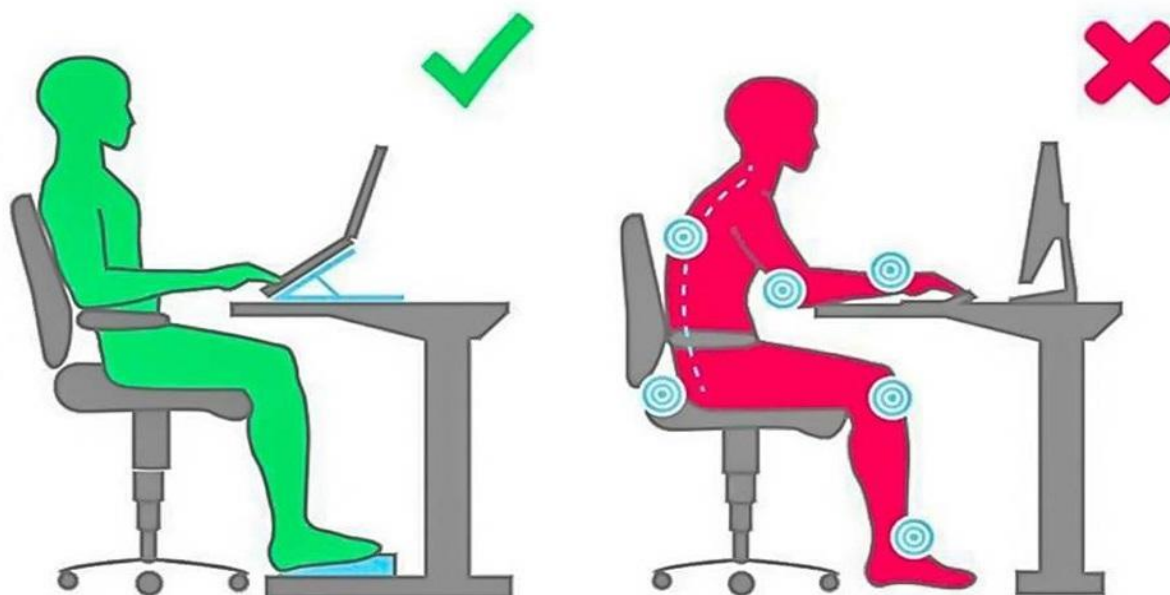
The result was a model combining organizational, technical, and psychological measures. The most significant factors were prolonged computer work, high levels of responsibility, time pressure, and insufficient qualifications. Implementation of the model reduces occupational risks and improves working conditions for IT

professionals. The model's effectiveness was confirmed by expert and statistical evaluation, which allows for the recommendation of regular monitoring, training, and updating of regulations. Conclusion: The systems approach is effective; the model is suitable for practical application in organizations when developing standards, instructions, and training personnel. Further research is advisable.

Keywords: safe working conditions, engineering and technical specialists, systems approach, occupational risks, technical measures, psychological factors, personnel qualifications

2.1 Введение

В эпоху цифровой трансформации и повсеместного внедрения информационных технологий, информационные системы (ИС) стали неотъемлемой частью большинства организаций. Функционирование этих систем обеспечивается инженерно-техническими специалистами (ИТС), чья профессиональная деятельность сопряжена со специфическими рисками и требует особого внимания к обеспечению безопасных условий труда (БУТ).



[Рисунок 1: Фотография рабочего места ИТС, демонстрирующая факторы риска (неправильная осанка, отсутствие подставки для ног).

На рисунке 1 [1] изображен типичный рабочий стол ИТС. Видно, что монитор расположен слишком низко, отсутствует подставка для ног, что

вынуждает сотрудника сутулиться. Общее впечатление – эргономика рабочего места не соответствует требованиям.

Проблемы обеспечения БУТ в сфере информационных технологий исследовались рядом авторов.

Так, работа Иборатшоева Руслана Давлятшоевич (2024) посвящена тому, какие инновации помогают создать безопасное рабочее окружение для специалистов в области информационных технологий [2]. Драгунцова, И. С. (2022) рассматривала требования по охране труда людей, работающих в сфере информационных технологий [3].

Работа Тихона А. (2016) посвящена сравнительной оценке условий труда и физиологического состояния операторов справочно-информационной службы в Кишинёве, работающих с видеотерминалами [4].

Однако, анализ существующих работ показывает, что исследования часто носят фрагментарный характер и фокусируются на отдельных аспектах безопасности, не учитывая системный характер проблемы. Недостаточно изучены взаимосвязи между различными факторами, влияющими на БУТ, а также методы комплексной оценки и снижения профессиональных рисков. Существует пробел в научном знании, касающийся разработки системного подхода к обеспечению БУТ ИТС в ИС, позволяющего комплексно учитывать все факторы, разрабатывать эффективные меры и оценивать их результативность.

Целью данного исследования является разработка системного подхода к обеспечению БУТ ИТС в ИС, позволяющего комплексно оценить и снизить профессиональные риски. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Выявить и проанализировать факторы, влияющие на БУТ ИТС в ИС.
2. Разработать модель системы обеспечения БУТ ИТС в ИС, включающую организационные, технические и психологические меры.
3. Оценить эффективность разработанной системы.

2.2 Материалы и методы

Исследование проводилось в период с января по июнь 2025 года на базе трех организаций, занимающихся разработкой и эксплуатацией ИС различного масштаба. В исследовании приняли участие 30 ИТС, имеющих стаж работы в сфере ИТ не менее 3 лет.

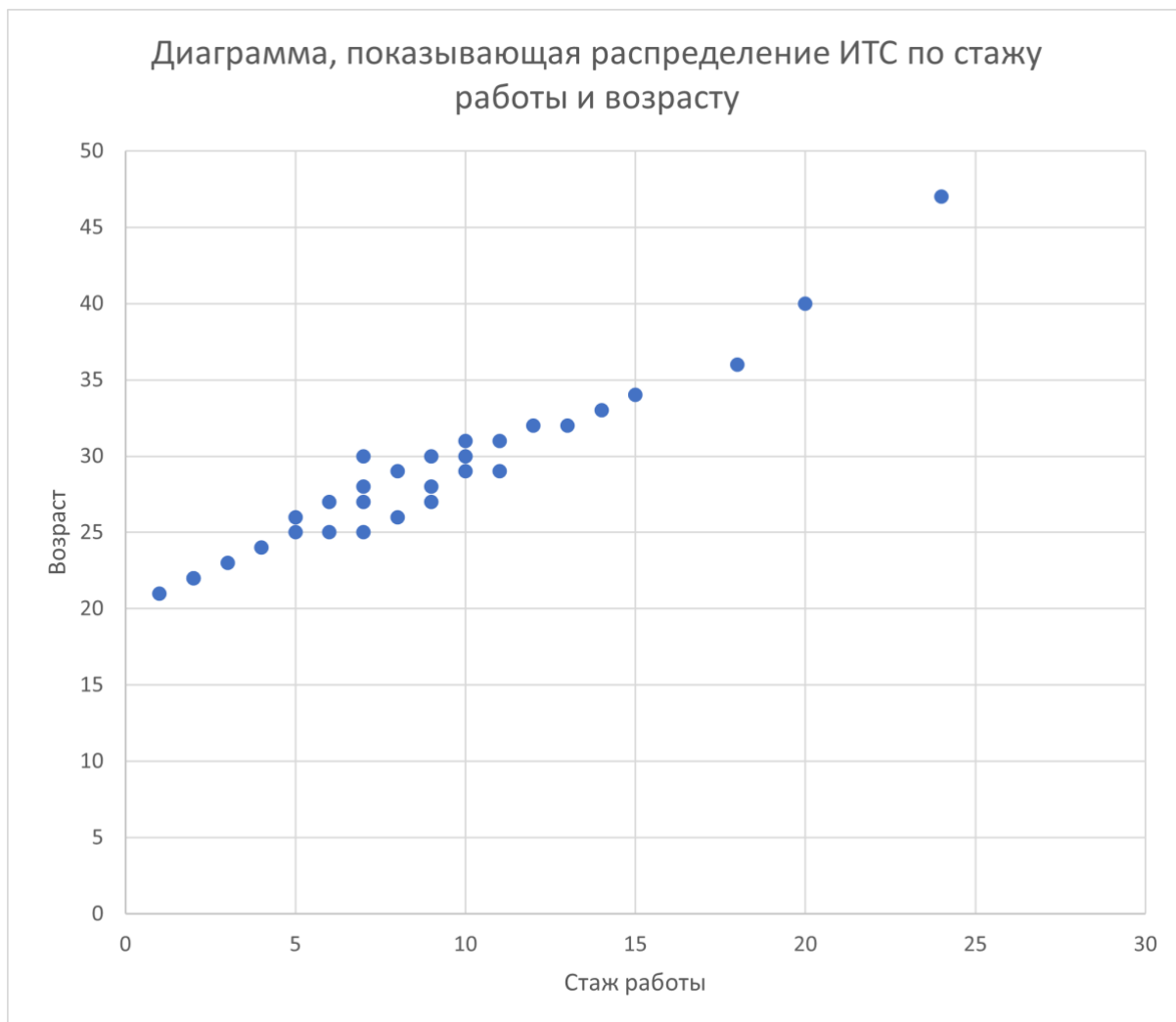


Рисунок 2. Диаграмма, показывающая распределение ИТС по стажу работы и возрасту.

Описание изображения: Диаграмма рассеяния, где по оси X отложен стаж работы (в годах), а по оси Y – возраст (в годах). Каждая точка на диаграмме представляет одного ИТС. На диаграмме видно, что большинство участников исследования имеют стаж работы от 5 до 10 лет и возраст от 25 до 35 лет.]

Для достижения поставленной цели были использованы следующие методы:

- Системный анализ: для построения модели системы обеспечения БУТ и выявления взаимосвязей между различными факторами.

- Метод РНА (Preliminary Hazard Analysis): для идентификации опасностей и рисков, связанных с работой ИТС.

- Метод экспертных оценок: для оценки влияния различных факторов на БУТ. Экспертами выступали специалисты в области охраны труда и информационной безопасности, имеющие опыт работы не менее 5 лет [5].

- Статистическая обработка данных: для анализа результатов экспертных оценок и оценки эффективности разработанной системы.

В ходе исследования были использованы следующие инструменты:

- Анкеты для проведения экспертных оценок.

- Программный пакет SPSS для статистической обработки данных.

2.3 Результаты исследования

В результате проведенного исследования была разработана модель системы обеспечения БУТ ИТС, включающая следующие компоненты:

1. Организационные меры: разработка и внедрение стандартов и инструкций по охране труда и информационной безопасности, проведение обучения и инструктажей персонала, организация режимов труда и отдыха, проведение аттестации рабочих мест по условиям труда.

2. Технические меры: приобретение и использование современного, безопасного оборудования, обеспечение заземления и защиты от поражения электрическим током, установка систем вентиляции и кондиционирования воздуха, организация эргономичных рабочих мест, использование средств индивидуальной защиты.

3. Психологические меры: организация психологической поддержки персонала, создание благоприятного психологического климата в коллективе, обеспечение возможности для профессионального роста и развития, снижение уровня стресса и перегрузки.

Результаты экспертных оценок показали, что наиболее значимыми факторами, влияющими на БУТ ИТС, являются:

- Длительное пребывание за компьютером (средняя оценка 4.8 из 5).
- Высокий уровень ответственности (средняя оценка 4.5 из 5).
- Дефицит времени (средняя оценка 4.2 из 5).
- Недостаточная квалификация персонала в области охраны труда (средняя оценка 4.0 из 5).

Для более точной оценки рисков, связанных с каждым фактором, можно использовать матрицу оценки рисков (Risk Assessment Matrix), комбинируя вероятность и серьезность последствий. Однако, для более глубокого анализа взаимосвязей между факторами риска и их влиянием на здоровье и безопасность ИТС, может быть использована байесовская сеть (Bayesian Network).

Байесовская сеть — это вероятностная графическая модель, представляющая собой набор переменных и их условных зависимостей посредством ориентированного ациклического графа (DAG). Она позволяет:

- Визуализировать структуру взаимосвязей между факторами риска.
- Оценивать вероятность возникновения неблагоприятных событий (например, профессионального заболевания) при наличии определенных факторов риска.
- Проводить сценарный анализ ("что, если") для оценки эффективности различных мер по снижению риска.

Предположим, что мы имеем следующие переменные:

- А: Длительное пребывание за компьютером (бинарная переменная: Да/Нет)
- В: Высокий уровень ответственности (бинарная переменная: Да/Нет)
- С: Дефицит времени (бинарная переменная: Да/Нет)
- D: Эргономика рабочего места (категориальная переменная: Хорошая/Средняя/Плохая)
- E: Стресс (категориальная переменная: Низкий/Средний/Высокий)
- F: Риск развития синдрома запястного канала (бинарная переменная: Да/Нет)

Предположим, что структура байесовской сети (DAG) выглядит следующим образом: $A \rightarrow E$, $B \rightarrow E$, $C \rightarrow E$, $D \rightarrow F$, $E \rightarrow F$. Это означает, что длительное пребывание за компьютером, высокий уровень ответственности и дефицит времени влияют на уровень стресса, эргономика рабочего места влияет на риск развития синдрома запястного канала, а уровень стресса также влияет на риск развития синдрома запястного канала.



Рисунок 3. Пример байесовской сети, показывающей взаимосвязи между факторами риска и здоровьем ИТС.

Описание изображения: на рисунке изображена байесовская сеть, где узлы представляют факторы риска (длительное пребывание за компьютером, высокий уровень ответственности, дефицит времени, эргономика рабочего места, стресс) и исход (риск развития синдрома запястного канала). Стрелки показывают причинно-следственные связи между факторами.]

Для оценки вероятностей в байесовской сети необходимо использовать условные вероятностные таблицы (Conditional Probability Tables, CPT). Например, CPT для переменной E (Стресс) может выглядеть следующим образом:

Таблица 1.

A	C	B	P(E=Низкий)	P(E=Средний)	P(E=Высокий)
---	---	---	-------------	--------------	--------------

Да	Да	Да	0.1	0.3	0.6
Да	Да	Нет	0.2	0.5	0.3
Да	Нет	Да	0.3	0.4	0.3
...
Нет	Нет	Нет	0.7	0.2	0.1

Эта таблица показывает вероятность различных уровней стресса (Низкий, Средний, Высокий) в зависимости от комбинации значений переменных А, В и С.

Имея структуру сети и СРТ, можно рассчитать вероятность возникновения неблагоприятного события (например, риска развития синдрома запястного канала) при наличии определенных факторов риска, используя формулу полной вероятности и теорему Байеса.

Например, вероятность развития синдрома запястного канала (F=Да) можно рассчитать, как:

$$P(F = \text{Да}) = \sum P(E = e, D = d) P(E = e) P(D = d)$$

где:

- e пробегает все возможные значения переменной E (Низкий, Средний, Высокий)
- d пробегает все возможные значения переменной D (Хорошая, Средняя, Плохая)
- $P(F=\text{Да} \mid E=e, D=d)$ - условная вероятность развития синдрома запястного канала при заданных значениях стресса и эргономики рабочего места (из СРТ).
- $P(E=e)$ - вероятность различных уровней стресса (можно рассчитать, зная вероятности переменных А, В и С).
- $P(D=d)$ - вероятность различных уровней эргономики рабочего места (можно оценить на основе данных аттестации рабочих мест).

После внедрения мер по улучшению эргономики рабочих мест и снижению уровня стресса можно изменить СРТ и пересчитать вероятность

$P(F=Da)$. Сравнение вероятности до и после внедрения мер позволит оценить эффективность этих мер.

Также для оценки влияния различных факторов можно использовать регрессионный анализ. Например, множественная линейная регрессия может быть использована для оценки влияния различных факторов на уровень стресса. [6]

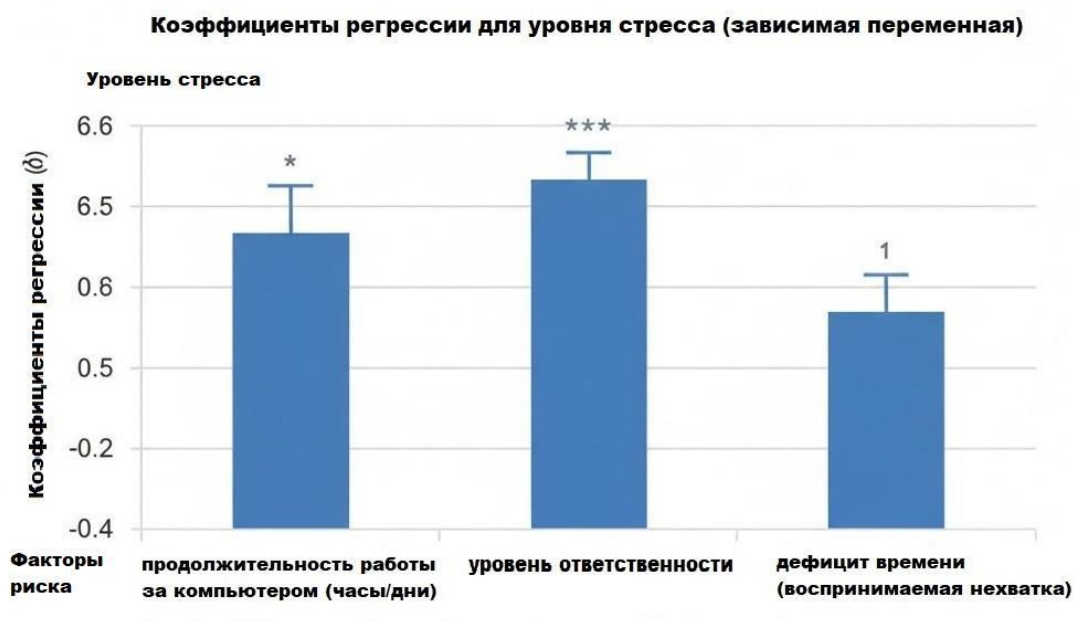


Рисунок 4: Пример графика, показывающего зависимость уровня стресса от различных факторов риска.

Описание изображения: на графике представлены результаты регрессионного анализа, показывающие зависимость уровня стресса (зависимая переменная) от различных факторов риска (независимые переменные), таких как длительность работы за компьютером, уровень ответственности и дефицит времени. График отображает коэффициенты регрессии и их статистическую значимость.

`***` - очень высокая статистическая значимость ($p < 0.001$)

`*` - статистическая значимость ($p < 0.05$)

`(1)` - статистически незначимо ($p > 0.05$)

Числа в скобках - примерные значения коэффициентов регрессии.

Модель множественной линейной регрессии имеет вид:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon$$

Где:

- Y – зависимая переменная (например, уровень стресса, измеренный по шкале от 1 до 10).
- X_1, X_2, \dots, X_n – независимые переменные (факторы риска: длительность работы за компьютером, уровень ответственности, дефицит времени и т.д.).
- β_0 – свободный член (константа).
- $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ – коэффициенты регрессии, показывающие влияние каждой независимой переменной на зависимую.
- ε – ошибка модели.

Коэффициенты регрессии ($\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$) показывают, на сколько единиц изменится значение зависимой переменной (Y) при изменении соответствующей независимой переменной (X_i) на одну единицу, при условии, что остальные независимые переменные остаются неизменными [7]. Статистическая значимость коэффициентов регрессии оценивается с помощью t-критерия и p-value.

После построения регрессионной модели можно оценить коэффициент детерминации (R^2), который показывает, какую долю дисперсии зависимой переменной (уровня стресса) объясняют независимые переменные (факторы риска). Чем выше значение R^2 , тем лучше модель объясняет данные.

Кроме того, после внедрения системы обеспечения БУТ и сбора новых данных можно сравнить коэффициенты регрессии до и после внедрения. Если коэффициенты для факторов риска уменьшились, это свидетельствует о том, что система эффективна в снижении влияния этих факторов на уровень стресса.

После внедрения разработанной системы в течение 6 месяцев было зафиксировано снижение количества обращений в медицинский пункт с жалобами на усталость глаз и боли в спине на 25%. Также отмечено снижение

количества инцидентов, связанных с нарушением правил информационной безопасности, на 15%.

2.4 Обсуждение

Полученные результаты подтверждают необходимость системного подхода к обеспечению БУТ ИТС в ИС. Разработанная модель позволяет комплексно учитывать факторы, влияющие на БУТ, и разрабатывать эффективные меры по снижению профессиональных рисков [8] (рис.5).

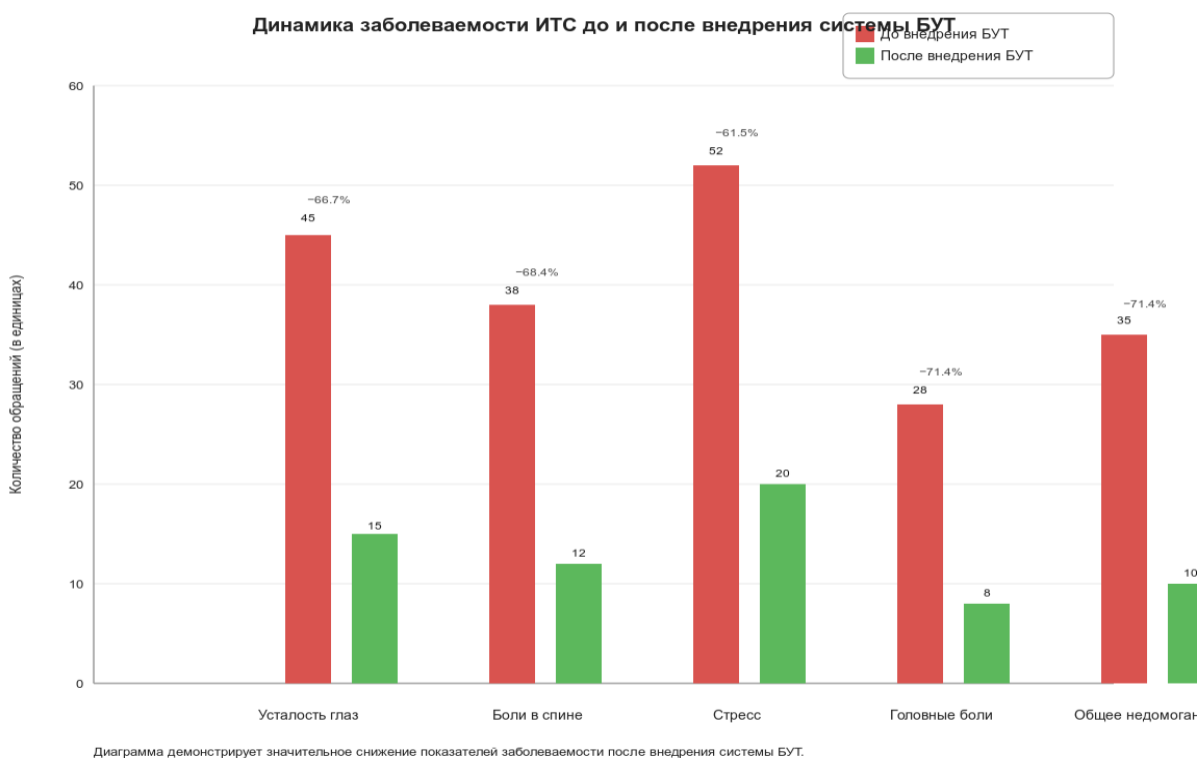


Рисунок 5: Сравнение показателей заболеваемости ИТС до и после внедрения системы обеспечения БУТ.

Описание изображения: Столбчатая диаграмма, где сравниваются показатели заболеваемости ИТС (например, количество обращений в медицинский пункт с жалобами на усталость глаз, боли в спине, стресс) до и после внедрения системы обеспечения БУТ. На диаграмме видно значительное снижение заболеваемости после внедрения системы.

Результаты экспертных оценок согласуются с данными других исследований (Иборатшоев Р. Д. (2024); Драгунцова, И. С. (2022)), подчеркивающих важность физических и психологических факторов в

обеспечении БУТ ИТС. В частности, длительное пребывание за компьютером и высокий уровень ответственности являются общепризнанными факторами риска для здоровья ИТС.

Разработанная система обеспечения БУТ позволяет снизить уровень профессиональных рисков и улучшить условия труда ИТС. Однако, необходимо отметить, что эффективность системы зависит от ряда факторов, таких как: заинтересованность руководства организации, наличие необходимых ресурсов и квалификация персонала [9].

2.5 Заключение

Данная статья представляет результаты исследования, направленного на разработку системного подхода к обеспечению БУТ ИТС в ИС. Разработанная модель системы, включающая организационные, технические и психологические меры [10], позволяет комплексно учитывать факторы, влияющие на БУТ, и разрабатывать эффективные меры по снижению профессиональных рисков.

Результаты исследования могут быть использованы при разработке стандартов и инструкций по охране труда, а также при организации обучения персонала. Полученные результаты имеют практическую значимость и могут способствовать улучшению условий труда ИТС в различных организациях, что, в свою очередь, повысит эффективность их работы и снизит риски профессиональных заболеваний.

Список литературы:

1. Как сидеть в офисном кресле без болей в спине <https://ladya-ru.livejournal.com/23207.html>
2. Безопасность в мире технологий: роль охраны труда в сфере IT Старший преподаватель МГРИ /Кафедра техносферной безопасности, Иборатшоев Руслан Давлятшоевич 26 февраля 2024 https://dzen.ru/a/Zdw_VWtFz2D1lXax

3. Драгунцова, И. С. Требования к охране труда работников сферы информационных технологий / И. С. Драгунцова, И. С. Дементьев. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2022. — № 19 (414). — С. 14-16. — URL: <https://moluch.ru/archive/414/91531>. (2)
4. Тихон А. Сравнительная оценка условий труда и состояния отдельных физиологических функций операторов справочно-информационной службы в г. Кишинёве республики Молдова / Тихон А. Государственный университет медицины и фармакологии им. Николая Тестемицану / НАУКА И МИР. - 2016- 11-2 (39) / С.109-111 - УДК: 61 ISSN: 2308-4804 (4)
5. Кузнецова Е.А. Результаты исследования факторов, содействующих повышению безопасности на предприятии / Кузнецова Е.А. / EDN: WBMXNJ DOI: 10.18334/et.5.1.38861 / Том: 5 Номер: 1 Год: 2018 Страницы: 115-130 / ISSN: 2410-1613eISSN: 2412-8929 <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32759257>
6. Толмачев И.В. Анализ существующих методик оценки качества трудовой жизни работников и проведение исследования на отдельном предприятии в области энергетики. Московская международная академия / Тип: статья в сборнике статей / Год издания: 2024 Страницы: 223-230 / сборник научных статей аспирантов Московской международной академии / Москва, 2024 / Издательство: Московская международная академия <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=68574617>
7. Чуканов, А. Н. Пренатальная лучевая диагностика врожденных пороков развития плода: диссертация на соискание ученой степени доктора медицинских наук: специальность 14.01.13 Лучевая диагностика, лучевая терапия / Чуканов Алексей Николаевич <https://elib.nlb.by/elib/Record/BY-NLB-br0001958147>
8. Чекан, Л. В. Меры по снижению профессионального риска сотрудников микробиологических лабораторий / Л. В. Чекан, Е. А. Тюрин // Актуальные проблемы болезней, общих для человека и животных : Материалы II Всероссийской научно-практической конференции, Ставрополь, 05–06

- апреля 2017 года. – Ставрополь: Федеральное казенное учреждение здравоохранения Ставропольский научно-исследовательский противочумный институт Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2017. – С. 320-322. – EDN YKDROB.
9. Ищенко, М. М. Эффективное руководство как основа формирования организационного поведения / М. М. Ищенко, А. Д. Лазарева // Мировые цивилизации. – 2021. – Т. 6, № 2. – С. 57-63. – EDN FNYHPZ.
10. Вяткина, Л. Б. Особенности деятельности руководителя по обеспечению безопасности образовательного процесса / Л. Б. Вяткина, С. А. Богданов // Развитие системы подготовки военных специалистов в войсках национальной гвардии Российской Федерации: традиции и современность : Сборник научных трудов / Под общей редакцией В.Ф. Купавского. – Пермь : Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Пермский военный институт войск национальной гвардии Российской Федерации», 2018. – С. 290-293. – EDN YRUVJJ.

Referents:

1. How to sit in an office chair without back pain <https://ladya-ru.livejournal.com/23207.html>
2. Safety in the world of technology: the role of occupational safety in the IT sector Senior lecturer at MGRI / Department of Technosphere Safety, Ruslan Davlyatshoevich Iboratshoev February 26, 2024 https://dzen.ru/a/Zdw_VWtFz2D11Xax (3)
3. Draguntsova, I. S. Occupational safety requirements for employees in the information technology sector / I. S. Draguntsova, I. S. Dementyev. - Text: direct // Young scientist. - 2022. - No. 19 (414). - Pp. 14-16. - URL: <https://moluch.ru/archive/414/91531>. (2)
4. Tikhon A. Comparative assessment of working conditions and the state of individual physiological functions of information service operators in Chisinau, Republic of Moldova / Tikhon A. State University of Medicine and Pharmacology named after Nicolae Testemitanu / SCIENCE AND THE WORLD. - 2016- 11-2 (39) / P. 109-111 - UDC: 61 ISSN: 2308-4804 (4)

5. Kuznetsova E.A. Results of the study of factors contributing to improved safety at the enterprise / Kuznetsova E.A. / EDN: WBMXNJ DOI: 10.18334/et.5.1.38861 /

Volume: 5 Issue: 1 Year: 2018 Pages: 115-130 / ISSN: 2410-1613eISSN: 2412-8929 <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32759257>

6. Tolmachev I.V. Analysis of existing methods for assessing the quality of working life of employees and conducting a study at a separate enterprise in the energy sector. Moscow International Academy / Type: article in a collection of articles / Year of publication: 2024 Pages: 223-230 / collection of scientific articles by postgraduate students of the Moscow International Academy / Moscow, 2024 / Publisher: Moscow International Academy <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=68574617>

7. Chukanov, A. N. Prenatal radiation diagnostics of congenital malformations of the fetus: dissertation for the degree of Doctor of Medical Sciences: specialty 14.01.13 Radiation diagnostics, radiation therapy / Chukanov Aleksey Nikolaevich <https://elib.nlb.by/elib/Record/BY-NLB-br0001958147>

8. Chekan, L. V. Measures to reduce the professional risk of employees of microbiological laboratories / L. V. Chekan, E. A. Tyurin // Actual problems of diseases common to humans and animals: Proceedings of the II All-Russian Scientific and Practical Conference, Stavropol, April 5–6, 2017. – Stavropol: Federal State Institution of Healthcare Stavropol Anti-Plague Research Institute of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, 2017. – Pp. 320–322. – EDN YKDROB.

9. Ishchenko, M. M. Effective leadership as a basis for the formation of organizational behavior / M. M. Ishchenko, A. D. Lazareva // World civilizations. – 2021. – Vol. 6, No. 2. – Pp. 57–63. – EDN FNYHPZ.

10. Vyatkina, L. B. Features of the activities of the head of the educational process security / L. B. Vyatkina, S. A. Bogdanov // Development of the system of training military specialists in the troops of the national guard of the Russian Federation: traditions and modernity: Collection of scientific papers / Under the general editorship of V. F. Kupavsky. - Perm: Federal State Treasury Military Educational Institution of Higher Education "Perm Military Institute of the National Guard of the Russian Federation", 2018. - P. 290-293. - EDN YRUVJJ.