



К ВОПРОСУ О ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И УРОВНЕ ТРАВМАТИЗМА НА ОБЪЕКТАХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

Ниязов Артур Ризванович

старший преподаватель,
Югорский государственный университет,
Ханты-Мансийск, Россия
E-mail: niyazov_1988@mail.ru

Исследование выполнено в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ (тема «Разработка моделей вейвлет-анализа нестационарных режимов электрических сетей для повышения надежности и эффективности электроснабжения потребителей», код темы: FENG-2023-0005).

Предмет исследования: в данной работе проводится анализ состояния производственного травматизма на объектах электроэнергетики.

Цель исследования: оценка состояния производственного травматизма на объектах электроэнергетики с целью выявления причин и факторов, способствующих несчастным случаям.

Объект исследования: объекты электроэнергетики, включая электростанции, подстанции, линии электропередачи и иные инфраструктурные объекты.

Методы исследования: статистический и сравнительный анализ данных о производственном травматизме, дисперсионный анализ.

Основные результаты исследования: выявление основных причин производственного травматизма на объектах электроэнергетики с целью установления динамики несчастных случаев и его прогнозирования.

Ключевые слова: объекты электроэнергетики, производственный травматизм, статистические данные, анализ данных, прогнозирование.

ON THE ISSUE OF INDUSTRIAL SAFETY AND INJURY RATES AT ELECTRIC POWER FACILITIES

Artur R. Niyazov

Senior Lecturer,
Yugra State University,
Khanty-Mansiysk, Russia
E-mail: niyazov_1988@mail.ru

The study was carried out within the framework of the state assignment of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (topic «Development of models for wavelet analysis of non-stationary modes of electric networks to improve the reliability and efficiency of power supply to consumers», topic code: FENG-2023-0005).

Subject of research: this paper analyzes the state of occupational injuries at electric power facilities.

Purpose of research is to assess the state of occupational injuries at electric power facilities in order to identify the causes and factors contributing to accidents.

Object of research: electric power industry facilities, including power plants, substations, power transmission lines and other infrastructure facilities.

Research methods: statistical and comparative analysis of data on occupational injuries, analysis of variance.

Research findings are to identify the main causes of occupational injuries at electric power facilities in order to establish the dynamics of accidents and predict it.

Keywords: electric power facilities, industrial injuries, statistical data, data analysis, forecasting.

ВВЕДЕНИЕ

Безопасность труда основана на создании такой обстановки на рабочем месте, где не нарушается нормальное, свойственное повседневной жизни человека психофизическое состояние человека. Тем не менее любой вид работы сопряжен с минимальными рисками, которые могут вызвать проблемы со здоровьем у работников и, как следствие, прерывание их работы на более короткие или более длительные периоды. По этому принципу представляется возможным классифицировать две категории риска: травмы и профессиональные заболевания [1].

Травма – повреждение анатомической целостности организма или нормального его функционирования, как правило, происходящее внезапно.

Профессиональное заболевание – это острое или хроническое заболевание, возникающее у работника в результате воздействия

вредных факторов на производстве во время выполнения трудовых обязанностей. Оно приводит к временной или постоянной утрате профессиональной трудоспособности, обязательно подлежит расследованию и диагностике, входит в специальный утверждённый список профессиональных заболеваний и подлежит учёту и компенсации [2].

Получение травмы на работе или в ходе выполнения профессиональных обязанностей в рамках охраны труда рассматривается как несчастный случай на производстве, который приводит к временной нетрудоспособности более трех дней. Наличие такого события является очевидным признаком невыполнения обязательств какой-либо стороны по соблюдению мер безопасности. К видам происшествий, приводящих к травмам на производстве, относятся:

- дорожно-транспортное происшествие;
- падение с высоты;
- падение, обрушения, обвалы предметов, материалов, земли и т. п.;



- воздействие движущихся, разлетающихся, вращающихся предметов и деталей;
- поражение электрическим током;
- воздействие экстремальных температур;
- воздействие вредных веществ;
- физические перегрузки;
- повреждения в результате контакта с животными, насекомыми и пресмыкающимися;
- физическое воздействие иных лиц и пр.

Причины травм чаще всего связаны с нарушением биомеханического баланса между человеком, его окружением и используемым в работе оборудованием. К ключевым факторам, способствующим производственным травмам, можно отнести следующие:

- конструктивные недостатки, несовершенство, недостаточная надежность машин, механизмов, оборудования;
- эксплуатация неисправных машин, механизмов, оборудования;
- несовершенство технологического процесса;
- нарушение технологического процесса;
- нарушение требований безопасности при эксплуатации транспортных средств;
- нарушение правил дорожного движения;
- неудовлетворительная организация производства работ;
- неудовлетворительное содержание и недостатки в организации рабочих мест;
- недостатки в обучении безопасным приемам труда;
- неприменение средств индивидуальной защиты;
- неприменение средств коллективной защиты;
- нарушение трудовой и производственной дисциплины;
- использование рабочего не по специальности [3].

Все упомянутые ранее причины производственного травматизма можно классифицировать на три категории:

1. Технические факторы.
2. Организационные аспекты.

3. Личностные (психофизиологические) характеристики.

Основным фактором происшествий на производстве, приводящих к авариям, травмам и прочим нарушениям трудовой дисциплины и жизнедеятельности предприятия, практически всегда является человеческий фактор. Чисто технических причин, вызывающих производственные травмы, не существует, так как они выступают лишь промежуточными этапами между ошибочными действиями и их последствиями. Тем не менее формальная классификация причин на технические, организационные и психофизиологические позволяет выявить корни произошедшего инцидента и принять необходимые меры для устранения обстоятельств, приводящих к травмам.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Проведём анализ производственного травматизма за период с 2013 по 2023 год (рис. 1), включая случаи со смертельным исходом (рис. 2), основываясь на официальной статистике таких организаций, как Федеральная служба государственной статистики (Росстат) [4], Фонд пенсионного и социального страхования (СФР), Федеральная служба по труду и занятости (Роструд) и Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) [5]. При анализе представленных статистических данных важно учитывать, что информация о страховых случаях и данные Росстата о количестве пострадавших могут не совпадать. Это объясняется тем, что среди несчастных случаев на производстве также фиксируются и групповые происшествия. Кроме того, важно отметить, что статистика по несчастным случаям с летальными исходами, размещаемая на официальных сайтах Росстата, СФР, Роструда и Ростехнадзора, часто не согласуется. Причиной этому служат различные методы расчета и представления статистики, используемые каждым из ведомств.

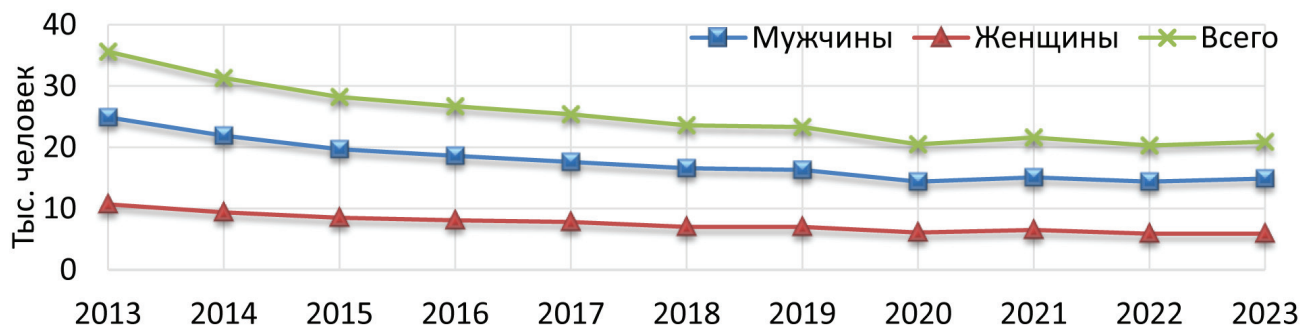


Рисунок 1. Численность пострадавших при несчастных случаях на производстве

В соответствии с итогами проведенного дисперсионного анализа коэффициент детерминации линейной регрессии между общей численностью пострадавших и периодом исследования составил 0,87 при $p = 0,00003$,

$F = 60,9$. R^2 свидетельствует о том, что 87 % вариаций общей численности пострадавших можно объяснить изменениями (снижением частоты случаев) за период с 2013 по 2023 г.

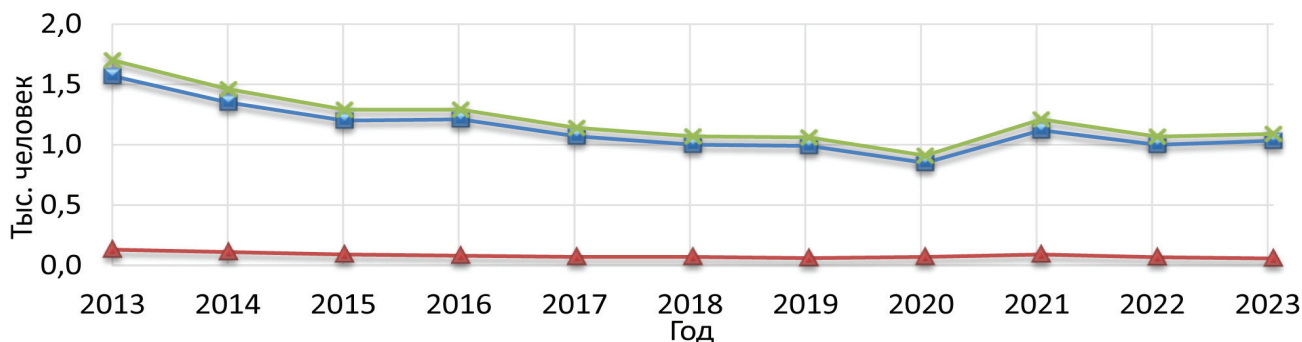


Рисунок 2. Количество несчастных случаев со смертельным исходом

Аналогично, согласно итогам проведенного дисперсионного анализа для случаев со смертельным исходом, коэффициент детерминации линейной регрессии составил 0,60 при $p = 0,005$, $F = 13,9$, что также подтверждает связь снижения случаев со смертельным исходом с 2013 по 2023 г.

Далее, анализируя данные по травматизму на объектах электроэнергетики, подконтрольных Ростехнадзору, можно сделать вывод, что основными видами происшествий, приводящих к несчастным случаям, являются:

1. Электрические травмы – 30 %.
2. Несчастные случаи при работе на высоте – 25 %. Часто возникают при выполнении работ на опорах линий электропередачи (ЛЭП).
3. Падение и травмы от предметов – 15 %. Включает случаи, когда рабочие получают

травмы от падающих инструментов или материалов.

4. Пожары и взрывы – 10 %. Могут происходить на подстанциях или в помещениях, где используется трансформаторное оборудование.

5. Операционные ошибки (человеческий фактор) – 10 %. Ошибки в эксплуатации оборудования, которые приводят к авариям или несчастным случаям.

6. Травмы от движущихся механизмов – 5 %. Включает случаи травм, связанных с движущимися частями оборудования, например в механических цехах.

7. Другое – 5 %. Обычно включает несчастные случаи, не попадающие в вышеуказанные категории, такие как бедствия, связанные с природными факторами.

Визуализируем данную статистику на рисунке 3.



Рисунок 3. Виды происшествий, приводящих к несчастным случаям на объектах электроэнергетики, подконтрольных Ростехнадзору

Далее мы создадим график, который будет демонстрировать динамику травматизма со смертельным исходом за период с 2013 по 2024 г. Данный график будет основан на

проведённом анализе случаев со смертельным исходом, зафиксированных на объектах электроэнергетики, согласно данным Ростехнадзора (рис. 4).

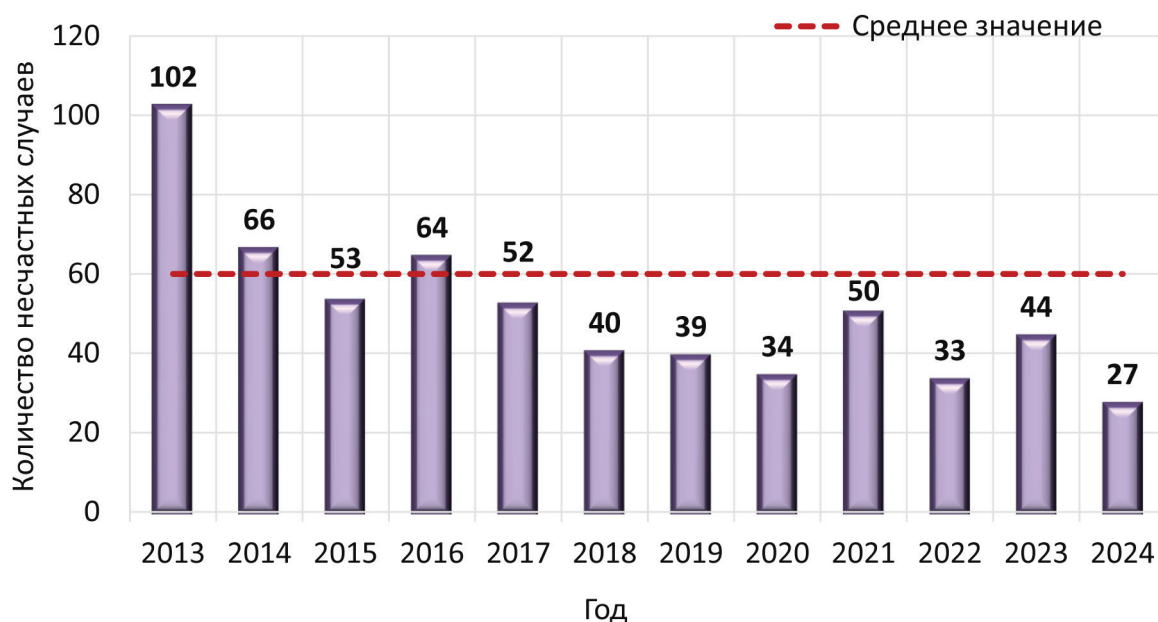


Рисунок 4. Динамика случаев травматизма со смертельным исходом, произошедших в ходе эксплуатации энергоустановок организаций, подконтрольных органам Ростехнадзора, за отчетный период 2013–2024 гг.

Анализ графика показывает, что с 2013 по 2015 г. наблюдается положительная тенденция к снижению числа случаев смертельного травматизма на объектах электроэнергетики. В 2016 году был отмечен рост числа инцидентов, после чего количество случаев стало сокращаться до 2021 года, а затем вновь начались колебания. В 2024 году количество несчастных случаев со смертельным исходом оказалось наименьшим за весь период наблюдения. Основными факторами преимущественно являются недостаточная подготовка сотрудников к работе в электроустановках, неэффективность обучения и подготовки персонала, а также недостаточные меры по обеспечению безопасности работ и отсутствие контроля в процессе выполнения работ.

Изучая официальные статистические данные Росстата, СФР, Роструда и Ростехнадзора, можно заметить, что информация о несчастных случаях представляется в виде агрегированных данных. Агрегированные данные – это данные, собранные и представленные в обобщенном виде, что позволяет делать выводы и проводить анализ на основе сводной информации. Данные в таком виде вполне подходят для построения общей картины, но не подходят для более углубленной обработки информации с целью прогнозирования несчастных случаев. Коллектив авторов также отмечает, что статистика травматизма в

горнодобывающей промышленности, представляемая в виде агрегированных данных, затрудняет прогнозирование вероятных причин возникновения несчастных случаев [6].

Как показывает практика, наиболее распространенные методы профилактики производственного травматизма, которые традиционно рекомендуются Ростехнадзором как меры по предотвращению несчастных случаев, можно поделить на две большие группы – технические и организационные. Как уже известно, технические мероприятия заключаются в совершенствовании технологических процессов, модернизации оборудования, инструментов, а также средств индивидуальной и коллективной защиты. При этом в данных мероприятиях важно уделять внимание нормализации условий труда – создавать и поддерживать оптимальные параметры производственной среды. Организационные мероприятия характеризуются введением корпоративной системы управления охраной труда, которая направлена на обеспечение непосредственной защиты работников от источников вредных и (или) опасных производственных факторов и включает в себя как процедуру выдачи средств индивидуальной защиты, так и рациональную организацию рабочего времени и т. д. Однако при этом, как показывает анализ статистики травматизма в отрасли, внедрения и соблюдения

технических и организационных мероприятий зачастую недостаточно для полного устранения опасностей и рисков на производстве, поскольку необходимо учитывать также и отношение самих работников к организации рабочего процесса, к тому, как они относятся к вопросам безопасности. Это означает, что в рамках рекомендательных мер необходимо также предусматривать личностные или, иными словами, психофизиологические мероприятия. Под психофизиологическими подразумеваются мероприятия, стимулирующие безопасное поведение работников, включающие их постоянное обучение, инструктирование, стажировку с использованием современных инструментов, а также воспитание в работниках культуры безопасности. Не стоит забывать и о процедуре оценки рисков. Данная процедура не должна носить формальный характер, т. е. проводиться для галочки. В процессе оценки рисков работники должны принимать активное участие с целью их вовлеченности и заинтересованности в самой процедуре, а также в принятии решений по минимизации рисков и опасностей на своих рабочих местах.

ВЫВОДЫ

1. Причины производственного травматизма зачастую кроются в недостаточном биомеханическом взаимодействии между человеком, окружающей средой и используемым оборудованием. При этом основным фактором происшествий на производстве, приводящим к авариям и травматизму, практически всегда является человеческий фактор.

2. Выявление причин производственного травматизма требует углубленного изучения не только в ходе расследования обстоятельств произошедшего несчастного случая, но и в ходе анализа условий труда, организации рабочего процесса и применения мер безопасности. Помимо организационно-технических решений, направленных на снижение травматизма, необходимо учитывать также психофизиологические (личностные), которые будут направлены на снижение уровня стресса, эмоционального перенапряжения и повышение уровня удовлетворенности рабочим процессом, который будет положительно влиять на безопасность.

3. Необходимы дальнейшие исследования в направлении прогнозирования вероятных несчастных случаев, в том числе методом построения математических моделей, с помощью которых будет возможно прогнозировать не только количество несчастных случаев, но и причины их возникновения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тихонова, Г. И. Производственный травматизм как проблема социально-трудовых отношений в России / Г. И. Тихонова, А. Н. Чуранова, Т. Ю. Горчакова / Проблемы прогнозирования. – 2012. – № 3. – С. 103–118. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/proizvodstvennyy-travmatizm-kak-problema-sotsialno-trudovyh-otnosheniy-v-rossii/viewer> (дата обращения: 03.02.2025).
2. ГОСТ 12.0.002-2014. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Термины и определения : межгосударственный стандарт : утвержден и введен приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19 октября 2015 г. № 1570-ст : взамен ГОСТ 12.0.002-80 : дата введения 2016-06-01. – Москва : Стандартинформ, 2016. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200125989> (дата обращения: 03.02.2025).
3. Калачева, О. А. Охрана труда: причины производственного травматизма / О. А. Калачева // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России («ТрансПромЭк-2019») : труды Международной научно-практической конференции (Воронеж, 24 октября 2019 г.). – Воронеж, 2019. – С. 57–62.
4. Working conditions // Federal State Statistics Service. – URL: https://rosstat.gov.ru/working_conditions (date of application: 03.02.2025).
5. Information on accidents and injuries // Federal Service for Environmental, Technological and Nuclear Supervision. – URL: http://cntr.gosnadzor.ru/stats/inf_avarii/index.php (date of application: 03.02.2025).
6. Шалимова, А. В. Разработка математической модели прогнозирования производственного травматизма в горном деле / А. В. Шалимова, А. Э. Филин. – DOI: 10.25018/0236-1493-2021-21-0-209-219 // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2021. – № 2-1. – С. 209–219.