



СНИЖЕНИЕ ТРАВМАТИЗМА ПРИ ВНЕДРЕНИИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

В работе изучен ряд мероприятий по предотвращению аварийных ситуаций на промышленных предприятиях. С этой целью изначально проведено исследование наиболее вероятных опасных и вредных производственных факторов и статистический анализ аварийных ситуаций в энергетической сфере промышленности за последние семь лет. Исследование показало, что автоматизированная система управления технологическим процессом является наиболее эффективным средством: обеспечивает получение оперативной информации о процессе, состоянии оборудования и средствах управления, существенно сокращает непроизводственные расходы и потери энергоресурсов. Предложено усиление автоматизированной системы управления технологическим процессом путем интеграции модулей оперативно-диспетчерского управления и сопровождения производственного процесса с целью снижения травматизма по причине человеческого фактора.

Ключевые слова: организация производства, риски, опасности, авария, энергопредприятие, программное управление технологическим процессом, человеческий фактор.

Введение. Безопасность труда на производстве является одним из главных аспектов для промышленных предприятий, в том числе энергетической отрасли. Вопрос обеспечения безопасности работников на энергопредприятиях является актуальным и требует формирования комплекса технических и организационных мероприятий для защиты персонала от воздействия электрического тока, электрической дуги и других производственных факторов. Травмы, получаемые при исполнении трудовой деятельности, по характеру происхождения могут быть различны, поэтому снижение травматизма напрямую зависит от такого параметра, как уровень организации производства [1]. На сегодняшний день существует много методик для улучшения и упрощения в управлении организацией системы безопасности, но не все предприятия относятся серьезно к проблеме безопасности и не пользуются новыми методиками.

Кроме того, поддержание безаварийной работы предприятия и обеспечение безопасности сотрудников — одна из самых главных задач, стоящих перед представителями промышленности. Незапланированная остановка непрерывного производства ввиду серьезных поломок приводит не только к нарушению производственного цикла, но и может

стать предшественником несчастных случаев, что далеко не положительно сказывается на работе и репутации предприятия. Поэтому исследование производственных рисков и опасностей в обоих вышеописанных направлениях носит первоочередной характер [2].

Исследование и разработка новейших мероприятий по обеспечению надежной и безопасной работы производства является важным аспектом для энергетических предприятий. Необходимо постоянно совершенствовать систему управления безопасностью, обучать персонал правилам и процедурам безопасной работы, проводить регулярные проверки и аудиты.

Очень важно также делать акцент на профилактике несчастных случаев и травматизма на предприятии. Это поможет не только сохранить здоровье и жизни работников, но и снизить финансовые потери, связанные с простоями в производстве.

Современные технологии и методики позволяют эффективно управлять безопасностью на производстве, и их использование становится необходимостью для любого промышленного предприятия. Поэтому появляется потребность в непрерывной модернизации процессов организации безопасности труда и непрерывной работы предприятия.

Таблица 1

**Взаимосвязь видов чрезвычайных событий
с обстоятельствами их возникновения**

Класс ЧС	Обстоятельство
Природная	Стихийные явления
Техногенная	Выход из строя оборудования, ошибка в проектировании или некорректная установка оборудования, сбой работы техники
Смешанная	Совмещены обе группы обстоятельств

Цель исследования. Целью представленной работы являлось подробное исследование причин травматизма на промышленных предприятиях энергетического сектора для совершенствования существующих систем управления производством.

Основная часть. Современное производство всегда опирается на новейшую информацию и различные методики анализа с целью усовершенствования технологических процессов и обеспечения высокого уровня безопасности труда. При рассмотрении последнего ключевое значение приобретает анализ возможных производственных рисков на предприятии, который основывается на мониторинге организации производства и управления охраной труда. При выявлении недостатков различного рода разрабатывается индивидуальная дорожная карта действий, направленных на снижение вреда и опасностей сотрудникам предприятия. При этом необходимо учитывать такие аспекты, как:

- место;
- область возникновения риска;
- масштабы возможных потерь;
- характер последствий.

Опираясь на эти аспекты, производится анализ и управление производственными рисками [3].

Методы определения анализа рассматривают потенциальные технические (технологические) риски и возможные угрозы для сотрудников предприятия.

К первому направлению, включающему технические (технологические) опасности, относятся:

нарушение технологического процесса, отказ оборудования, отказ системы защиты, работа в аварийном режиме, сбой вычислительной техники, вероятность потерь напряжения и др. А под угрозами для сотрудников подразумеваются все виды воздействия поражающих факторов на человека при авариях на предприятии.

Для любого производства, включая энергетику, происшествия с летальным исходом или аварии, угрожающие жизни или здоровью персонала, являются наиболее критическими событиями. Они могут привести к серьезным последствиям не только для работников, но и для окружающей среды и общества в целом. Поэтому важно предпринимать все возможные меры для предотвращения подобных происшествий и обеспечения безопасности на производстве. Эти чрезвычайные ситуации обусловлены определенными обстоятельствами (табл. 1). В табл. 1 рассмотрена взаимосвязь чрезвычайных ситуаций (ЧС) различных классов с причинами их возникновения.

Наиболее распространенным видом чрезвычайных ситуаций для производства является техногенная авария, которая может быть вызвана различными потенциально опасными факторами. Например, авария на энергетическом объекте может быть вызвана неправильной эксплуатацией оборудования, нарушением технологического процесса, человеческим фактором или природными явлениями, такими как наводнения или землетрясения. В табл. 2 представлены такие факторы, их местоположение и воздействие на сотрудников.

В случае аварии на энергетическом объекте, критическими событиями будут являться, например, взрывы, пожары, выбросы опасных веществ, а также несчастные случаи с летальным исходом или угрозой для здоровья работников.

Для предотвращения техногенных аварий и минимизации их последствий необходимо планировать различные мероприятия профилактического характера, которые учитывают все соответствующие факторы. Важно провести всестороннюю оценку профессиональных рисков для обеспечения безопасных условий труда и специальную проверку рабочих мест, в число которых относятся и диа-

Таблица 2

Предполагаемые производственные факторы для предприятий энергетики

Производственные факторы	Место локализации	Воздействие на персонал
Токсичные вещества, применяемые в технологических процессах	Химический цех, отделение водоподготовки	Отравление химическими веществами, химические ожоги
Взрыво-, пожароопасное оборудование	Трубопроводы, котельные, котлотурбинный цех	Травмы механического, термического и химического характера
Движущие машины и механизмы	Топливо-транспортный цех, погрузочно-разгрузочный цех	Механические травмы
Шум и вибрация	Технологическое оборудование котлотурбинного цеха	Расстройства центральной нервной системы (ЦНС), сердечно-сосудистой системы (ССС), тугоухость, виброблезнь
Электрическое напряжение	Оборудование электрической подстанции, воздушной линии электропередач (ЛЭП)	Электротравмы, электрические травмы, механические травмы
Повышенная температура, повышенная влажность	Котлотурбинный цех, цех термического обессоливания воды	Термические ожоги, тепловой удар, помутнение хрусталика
Электромагнитные поля	Оборудование электрической подстанции, воздушной линии электропередач (ЛЭП)	Расстройства центральной нервной системы (ЦНС), сердечно-сосудистой системы (ССС), помутнение хрусталика, онкозаболевания



Рис. 1. Комплекс мер по поддержанию безаварийной работы основного технологического оборудования

гностика актуального состояния производственных процессов и оборудования, и потенциальные проблемы, связанные с их состоянием. Исходя из этого, возникает необходимость разработки тактики предотвращения производственных аварий и несчастных случаев.

С целью повышения результативности управления системой энергообеспечения предприятия проводят комплекс мер по поддержанию бесперебойной работы основного технологического оборудования в любых условиях (рис. 1).

В последнее время в мире постоянно совершенствуются методы снижения производственных рисков и опасностей [4], и наиболее эффективным среди них является внедрение систем автоматизации технологических процессов. Такого рода комплексы позволяют сопровождать технологические процессы производства целевой продукции в полной мере и поддерживать на высоком уровне работоспособность оборудования вне зависимости от влияния на него различных неблагоприятных факторов. Поэтому к достоинствам применения этих комплексов относятся быстрый отклик на создаваемые обстоятельства (прогнозируемые/непрогнозируемые) и практически мгновенная адаптация к ним [5, 6].

На крупных производственных объектах автоматизированные системы управления технологическим процессом (АСУ ТП) необходимо усиливать новыми программными разработками для повышения качества управления производством, такими как автоматизированная диспетчерская система (SCADA), корпоративная система передачи данных (КСПД), программы компьютерного зрения и др. [7].

Внедряемые элементы совершенствования систем управления производства положительно от-

Долевое участие несчастных случаев в зависимости от вида производственного объекта

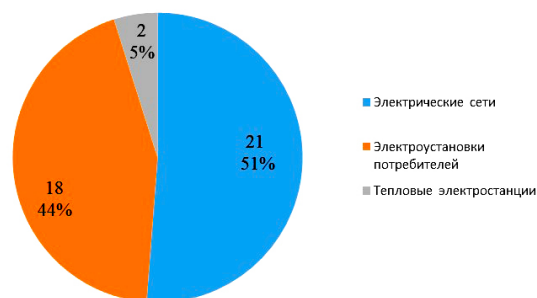


Рис. 2. Аварии по видам энергетических объектов за полный прошедший 2023 год

ражаются на безопасности производства, а именно на оперативности передачи сведений о ходе технологического процесса, о состоянии оборудования и аппаратуры, направленной на предупреждение аварийных ситуаций. А с финансовой стороны, это позволит снизить и затраты на энергоресурсы.

При рассмотрении статистики по аварийности в сфере промышленной энергетики за 12 месяцев предыдущего года были расследованы и зарегистрированы аварии в общем количестве 41 единицы [8]. В зависимости от вида производственного объекта доли аварий распределились следующим образом (рис. 2).

Применительно к 2022 году за тот же временной период численность аварийных ситуаций достигла значения в 20 единиц. В число этих аварий входят случаи и на объектах генерации электроэнергии, и на тепловых электростанциях. Из этого следует, что прошедший год по сравнению с аналогичным периодом 2022 года характеризуется более высоким



Рис. 3. Анализ показателей аварийности в динамике 2017–2023 гг.



Рис. 4. Распределение аварий, произошедших при эксплуатации электростанций, электрических сетей, тепловых установок сетей и гидротехнических сооружений в 2022–2023 гг. по федеральным округам Российской Федерации

показателем аварийности, который достиг отметки в 30 % [9–11].

Анализ показателей аварийности на объектах энергетического производства за семилетний период позволяет выявить определенные закономерности (рис. 3). Как показано на рис. 3, наблюдается положительная динамика снижения травматизма.

На рис. 4 представлено распределение аварийных ситуаций в энергетике по федеральным округам РФ за двухлетний период.

За последние три года основными причинами аварий на электрооборудовании субъектов энергетики были следующие:

- износ оборудования, элементов;
- нарушение правил эксплуатации и технического обслуживания;
- технические дефекты и непроизводственные недостатки;
- аварии и штатные ситуации;
- нарушение противоаварийного режима автоматики;
- ошибки в управлении организационных и технических мер по обеспечению безопасности;
- различные производственные браки, приводящие к механическим повреждениям или выходу из строя оборудования или деталей;
- нарушение технологического процесса (несоответствие технологическим регламентам и инструкциям);
- отсутствие или недостаточная автоматизация процессов (несовершенство систем автоматического управления и противоаварийной защиты).

Многие предприятия эксплуатируют оборудование, детали с превышением нормативных сроков службы, по этой причине происходит отказ в работе технического оборудования. Устаревшие техно-

Периодичность возникновения технических причин НС



Рис. 5. Распределение технических причин несчастных случаев, произошедших при эксплуатации электростанций, электрических сетей, тепловых установок и сетей и гидротехнических сооружений в 2023 г.

Периодичность возникновения организационных причин НС



Рис. 6. Распределение организационных причин несчастных случаев, произошедших при эксплуатации электростанций, электрических сетей, тепловых установок и сетей и гидротехнических сооружений в 2023 г.

логии также являются причиной отказов. Несоблюдение регламентов и инструкций по эксплуатации и техническому обслуживанию оборудования, а также недостаточный уровень квалификации персонала, приводящий к неправильным действиям при обслуживании и эксплуатации, усугубляют ситуацию, повышая риск аварий. Эти причины зачастую взаимосвязаны и могут усугублять друг друга, что приводит к увеличению количества и серьезности аварий.

В результате анализа несчастных случаев с летальным исходом за 12 месяцев 2023 года были отмечены наиболее часто встречающиеся организационные и технические причины (рис. 5, 6).

Анализ причин аварий и производственных травм, основанный на отчетах расследований несчастных случаев с летальным исходом, показал, что более 70 % из них были вызваны организационными причинами и менее 30 % — техническими. Причем большая часть технических причин является следствием применения опасных для жизни человека приемов труда и неосторожностью. В результате легко предположить, что более 90 % этих причин классифицируются как человеческий фактор. Говоря другими словами, этот фактор и является базовой причиной возникновения несчастных случаев (с летальным исходом в том числе).

Все перечисленные нарушения могут быть результатом недостаточной эффективности организационных систем управления предприятием, которые, в свою очередь, создают предпосылки для возникновения аварий на предприятии (табл. 3).

Выводы. Таким образом, для обеспечения высокого уровня организации производства необходимо, в первую очередь, произвести анализ причин аварий и потенциальных производственных рисков.

**Взаимосвязь несовершенства в организации систем управления предприятием
с причинами возникновения аварий в энергетике**

Недостатки в организации систем управления	Основные причины аварий
Слабый контроль за техническим состоянием средств диспетчерской связи и организации их эксплуатации	Потеря диспетчерской связи и передачи телеметрической информации
Ненадежный уровень организации производства работ по ремонту энергооборудования	Нарушение в работе противоаварийной или режимной автоматики, обусловленное ошибочными действиями персонала. Неисправность релейной защиты и автоматики
Отсутствие контроля за соблюдением инструктажей по охране труда	Ошибочные действия персонала, вызвавшие отключение объекта электросетевого хозяйства
Несоблюдение сроков эксплуатации оборудования	Износ оборудования в процессе длительной эксплуатации
Низкий уровень организации производства работ на электрических установках	Нарушение технологии производства работ, установленной локальными нормативными документами. Ненадлежащий контроль за осуществлением мероприятий по установке и монтажу системы принудительной вентиляции и вспомогательного электрооборудования. Нарушение работниками рабочих, производственных и должностных инструкций
Высокий уровень ошибок при внедрении в производство нового оборудования	Неправильная работа средств режимной и аварийной автоматики из-за проектных ошибок, отклонений от проектов в процессе монтажа и эксплуатации оборудования. Производственные дефекты оборудования, приводящие к механическим повреждениям, разрушениям оборудования и возможному возгоранию

На основании этого следует разработать дорожную карту, позволяющую снизить потенциальную опасность аварий и несчастных случаев. Среди перспективных и современных приемов наиболее действенным выступает введение автоматизированной системы управления технологическими процессами, выбор которой обоснован необходимостью решения таких поставленных задач, как:

- повышение производительности и качества труда электротехнического персонала (при помощи незамедлительного информирования работников о появившихся неисправностях);

- повышение надёжности и экономичности работы (сокращается время на выявление поломок благодаря мониторингу и поступлению оперативной информации о различных сбоях в работе оборудования и аварийных отключениях).

Использование на производстве АСУ ТП действительно снижает травматизм на производстве [12], но не решает вопроса возникновения несчастных случаев в результате применения опасных для жизни человека приемов труда и элементарной неосторожности. Допущение человеческих ошибок играет ключевую роль в возникновении несчастных случаев на производстве. Это может быть связано с недостаточной квалификацией персонала, усталостью, отвлечением или недостаточной внимательностью.

С этой целью АСУ ТП, внедряемая на производство, помимо программного сопровождения технологического процесса должна включать в себя интегрированные модули оперативно-диспетчерского управления и сопровождения производственного процесса с точки зрения безопасности труда, например:

- электронная система оформления и ведения нарядов-допусков;

- система доступа к электрооборудованию с помощью электронных ключей;

- программа индивидуальной настройки и расчета потребности в зависимости от различных условий труда сотрудников в средствах индивидуальной защиты (СИЗ);

- система контроля применения работниками СИЗ при производстве работ (так называемое «компьютерное зрение»).

Внедрение такого цифрового новшества в АСУ позволит получить прозрачный и оперативный доступ к нарядам-допускам, обеспечить работу по нарядам-допускам оперативно-выездных бригад через мобильные устройства; предоставить возможность отслеживания хода выполнения работ в реальном времени и гарантирует проведение анализа состояния организационных объектов в области охраны труда и пожарной безопасности.

Усиление АСУ вышеперечисленными модулями приведет к существенному снижению количества аварий и несчастных случаев на производстве, что позволит сохранить жизнь и здоровье работников. Такая интеграция в систему АСУ ТП позволит автоматизировать процессы контроля и управления доступом к электрооборудованию, улучшить контроль за соблюдением правил безопасности при работе под напряжением.

Программа индивидуальной настройки и расчета потребности в средствах индивидуальной защиты поможет каждому сотруднику задействованных подразделений получить необходимую и наиболее эффективную защиту в зависимости от условий труда.

Эффективное использование таких цифровых технологий в производственном процессе не только повысит безопасность труда, но также улучшит производительность и эффективность работы персонала, что в итоге положительно скажется на всей деятельности предприятия. Поэтому внедрение подобных модулей в АСУ ТП является важным шагом к современному и безопасному производству.

Для успешной реализации этой стратегии необходимо обеспечить доступ к актуальным данным, обучить персонал использовать новые технологии и постоянно совершенствовать систему управления производством.

Библиографический список

- Семенова А. Г., Данилова Е. В. Инновационные технологии как эффективные инструменты снижения производственного травматизма // Инновации и инвестиции. 2019. № 8. С. 19–21. EDN: FHNLAR.
- Анализ причин аварий на энергоустановках, подконтрольных органам Ростехнадзора. 2023 год. URL: http://szar.gosnadzor.ru/activity/energonadzor/nesc_sluch (дата обращения: 07.03.2024).
- Малышева Т. В., Кудрявцева С. С. Организация производственного мониторинга жизненного цикла производства сополимера с использованием технологий LCA // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2022. Т. 24, № 4 (108). С. 59–67. DOI: 10.37313/1990-5378-2022-24-4-59-67. EDN: MZSMQE.
- Пак А. В. Оценка влияния класса опасности опасных производственных объектов на величину индивидуального риска статистическими методами // Неделя науки СПбПУ: материалы науч. конф. с междунар. участием, Санкт-Петербург, 18–23 ноября 2019 года. В 3 ч. Санкт-Петербург: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2020. Ч. 3. С. 269–272. EDN: NSCSWM.
- Орлов В. А., Юрковская Г. И., Багаева А. П. Внедрение средств автоматизации технологических процессов предприятия // Components of Scientific and Technological Progress. 2023. № 8 (86). С. 90–94. EDN: PYZHBQ.
- Малышева Т. В., Шинкевич А. И. Разработка системы автоматизированного информационного управления процессом инжиниринга экологических производств // Современные наукоемкие технологии. 2021. № 7. С. 36–41. DOI: 10.17513/snt.38751. EDN: OUNOSQ.
- Травин Г. М., Травин М. М. Системы управления вспомогательным производством промышленных предприятий // Технологии и качество. 2018. № 3 (41). С. 31–35. EDN: YSWYPR.
- Яловец Н. Е., Цурпал А. Ю., Сахоненко Н. И. Анализ пожарной опасности процесса транспортировки природного газа магистральным трубопроводом // Научный журнал. 2019. № 11 (45). С. 38–40. EDN: DDCZOZ.
- Белов И. М. Особенности работы тепловых электростанций на оптовом рынке электроэнергии и мощности РФ // Экономические и социальные аспекты развития энергетики: материалы XV Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. В 6 т. Иваново, 07–10 апреля 2020 года. Иваново: Изд-во ИГЭУ им. В. И. Ленина, 2020. Т. 6. С. 7. EDN: ОТЫКНЕ.
- Сведения об авариях за 2023 год // Ростехнадзор. URL: <http://priok.gosnadzor.ru/activity/control/energo/avar2023/> (дата обращения: 07.03.2024).
- Уроки, извлеченные из аварий // Ростехнадзор. URL: http://cntr.gosnadzor.ru/activity/control/Prom_bezop/npa-prom-bez/uroki-izvelechnnye-iz-avariy.php (дата обращения: 25.03.2024).
- Горячко Д. Г., Артюх А. О., Шипуль Р. А., Бурлюк В. В. АСКУЭ промышленных предприятий — опыт внедрения // Электроника инфо 2021. URL: https://agat.by/upload/statii_files/files/ASKUE%20promyshlennyh%20predpriyatij%20-%20opyt%20vnedrenija.pdf (дата обращения: 19.02.24)

ПИГИЛОВА Роза Наилевна, преподаватель кафедры «Инженерная экология и безопасность труда» Казанского государственного энергетического университета (КГЭУ), г. Казань.

SPIN-код: 1029-9246

AuthorID (РИНЦ): 1155172

ORCID: 0000-0002-2516-1113

Адрес для переписки: rozapigilova@yandex.ru

ФИЛИПОВА Фарида Мизхатовна, кандидат химических наук, доцент кафедры «Инженерная экология и безопасность труда» КГЭУ, г. Казань.

SPIN-код: 5969-7290

AuthorID (РИНЦ): 749355

ORCID: 0000-0003-3138-7212

AuthorID (SCOPUS): 36994384500

Адрес для переписки: filippovafer@yandex.ru

АВЕРЬЯНОВА Юлия Аркадьевна, кандидат химических наук, доцент (Россия), доцент кафедры «Инженерная экология и безопасность труда» КГЭУ, г. Казань.

SPIN-код: 9169-9117

AuthorID (РИНЦ): 254283

ORCID: 0009-0000-4552-4228

Адрес для переписки: bgdkgeu@yandex.ru

Для цитирования

Пигилова Р. Н., Филиппова Ф. М., Аверьянова Ю. А. Снижение травматизма при внедрении автоматизированных систем управления производственных процессов на энергетических предприятиях // Омский научный вестник. 2024. № 4 (192). С. 44–51. DOI: 10.25206/1813-8225-2024-192-44-51.

Статья поступила в редакцию 23.05.2024 г.

© Р. Н. Пигилова, Ф. М. Филиппова, Ю. А. Аверьянова



REDUCTION OF INJURY RATE WHEN INTRODUCING AUTOMATED CONTROL SYSTEMS OF PRODUCTION PROCESSES AT ENERGY ENTERPRISES

The research examines a number of measures to prevent accidents at industrial enterprises. Therefore, the study of the most likely dangerous and harmful production factors and a statistical analysis of emergency situations in the energy sector of the industry over the past seven years were initially conducted. The research showed that an automated process control system is the most effective tool: it provides operational information about the process, the condition of equipment and controls, significantly reduces non-production costs and energy losses. It is proposed to strengthen the automated process control system by integrating operational dispatch control modules and maintenance of the production process in order to reduce injuries due to the human factor.

Keywords: production organization, risks, dangers, accident, energy enterprise, software control of the technological process, human factor.

References

1. Semenova A. G., Danilova E. V. Innovatsionnyye tekhnologii kak effektivnyye instrumenty snizheniya proizvodstvennogo travmatizma [Innovative technologies as effective tools to reduce occupational injuries] // *Innovatsii i investitsii. Innovations and Investments*. 2019. No. 8. P. 19–21. EDN: FHNLAR. (In Russ.).
2. Analiz prichin avariyy na energoustanovkakh, podkontrol'nykh organam Rostekhnadzora. 2023 god [Analysis of the causes of accidents at power installations under Rostekhnadzor control]. URL: http://szap.gosnadzor.ru/activity/energonadzor/nesc_sluch/ (accessed: 07.03.2024). (In Russ.).
3. Malysheva T. V., Kudryavtseva S. S. Organizatsiya proizvodstvennogo monitoringa zhiznennogo tsikla proizvodstva sopolimera s ispol'zovaniyem tekhnologii LCA [Organization of industrial monitoring of the life cycle of copolymer production using LCA technologies] // *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk. Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2022. Vol. 24, no. 4 (108). P. 59–67. DOI: 10.37313/1990-5378-2022-24-4-59-67. EDN: MZSMQE. (In Russ.).
4. Pak A. V. Otsenka vliyaniya klassa opasnosti opasnykh proizvodstvennykh ob'yektov na velichinu individual'nogo riska statisticheskimi metodami [Evaluation of the influence of the hazard class of hazardous production facilities on the value of individual risk by statistical methods] // *Nedelya nauki SPbPU. Week of Science SPbPU*. In 3 parts. Saint Petersburg, 2020. Part 3. P. 269–272. EDN: NSCSWM. (In Russ.).
5. Orlov V. A., Yurkovskaya G. I., Bagayeva A. P. Vnedreniye sredstv avtomatizatsii tekhnologicheskikh protsessov predpriyatiya [Implementation of the automation system for company technological processes] // *Components of Scientific and Technological Progress. Components of Scientific and Technological Progress*. 2023. No. 8 (86). P. 90–94. EDN: PYZHBQ. (In Russ.).
6. Malysheva T. V., Shinkevich A. I. Razrabotka sistemy avtomatizirovannogo informatsionnogo upravleniya protsessom inzhiniringa ekologicheskikh proizvodstv [Development of the automated information control system for the engineering process of environmental productions] // *Sovremennyye naukoymkiye tekhnologii. Modern High Technologies*. 2021. No. 7. P. 36–41. DOI: 10.17513/snt.38751. EDN: OUNOSQ. (In Russ.).
7. Travin G. M., Travin M. M. Sistemy upravleniya vspomogatel'nykh proizvodstvom promyshlennykh predpriyatiy [Production auxiliary process control systems] // *Tekhnologii i kachestvo. Technologies & Quality*. 2018. No. 3 (41). P. 31–35. EDN: YSWYPR. (In Russ.).
8. Yalovets N. E., Tsurpal A. Yu., Sakhonenko N. I. Analiz pozharnoy opasnosti protsessa transportirovki prirodnogo gaza magistral'nykh truboprovodov [Fire hazard analysis of the process of natural gas transportation by the main pipeline] // *Nauchnyy zhurnal. Scientific Journal*. 2019. No. 11 (45). P. 38–40. EDN: DDCZOZ. (In Russ.).
9. Belov I. M. Osobennosti raboty teplovykh elektrostantsiy na optovom rynke elektroenerгии i moshchnosti RF [Features of thermal power plants operation at the wholesale electricity and capacity market of the Russian Federation] // *Ekonomicheskiye i sotsial'nyye aspekty razvitiya energetiki. Economic and Social Aspects of Energy Development*. In 6 vols. Ivanovo, 2020. Vol. 6. P. 7. EDN: OTYKHE. (In Russ.).
10. Svedeniya ob avariakh za 2023 god [Information on accidents for 2023] // *Rostekhnadzor. Rostekhnadzor*. URL: <http://priok.gosnadzor.ru/activity/control/energo/avar2023/> (accessed: 07.03.2024). (In Russ.).
11. Uroki, izvlechennyye iz avariyy [Lessons learnt from accidents] // *Rostekhnadzor. Rostekhnadzor*. URL: http://cntr.gosnadzor.ru/activity/control/Prom_bezop/npa-prom-bez/

uroki-izvelechnyye-iz-avariyy.php (accessed: 25.03.2024). (In Russ.).

12. Goryachko D. G., Artyukh A. O., Shipul' R. A., Burlyuk V. V. ASKUE promyshlennykh predpriyatij — opyt vnedreniya [ASCME of industrial enterprises - implementation experience] // Elektronika info 2021. *Elektronika info 2021*. URL: https://agat.by/upload/statii_files/files/ASKUE%20promyshlennyhpredpriyatij-opyt vnedrenija.pdf (accessed: 19.02.24). (In Russ.).

PIGILOVA Roza Nailevna, Lecturer of Engineering Ecology and Occupational Safety Department, Kazan State Energy University (KSEU), Kazan.

SPIN-code: 1029-9246

AuthorID (RSCI): 1155172

ORCID: 0000-0002-2516-1113

Correspondence address: rozapigilova@yandex.ru

FILIPPOVA Farida Mizkhatovna, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of Engineering Ecology and Occupational Safety Department, KSEU, Kazan.

SPIN-code: 5969-7290

AuthorID (RSCI): 749355

ORCID: 0000-0003-3138-7212

AuthorID (SCOPUS): 36994384500

Correspondence address: filippovafer@yandex.ru

AVERYANOVA Yulia Arkadyevna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of Engineering Ecology and Occupational Safety Department, KSEU, Kazan.

SPIN-code: 9169-9117

AuthorID (RSCI): 254283

ORCID: 0009-0000-4552-4228

Correspondence address: bgdkgeu@yandex.ru

For citations

Pigilova R. N., Filippova F. M., Averyanova Yu. A. Reduction of injury rate when introducing automated control systems of production processes at energy enterprises // Omsk Scientific Bulletin. 2024. No. 4 (192). P. 44–51. DOI: 10.25206/1813-8225-2024-192-44-51.

Received May 23, 2024.

© R. N. Pigilova, F. M. Filippova, Yu. A. Averyanova