

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт инженерной и экологической безопасности
(наименование института полностью)

20.04.01 Техносферная безопасность
(код и наименование направления подготовки)

Управление безопасностью производственных объектов в нефтегазовом и химическом
комплексах
(направленность (профиль))

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)

на тему Нормализация световой среды для пользователей ПЭВМ (на примере
предприятий ТЭК)

Обучающийся	<u>Г.В. Амирханова</u> (Инициалы Фамилия)	<u></u> (личная подпись)
Научный руководитель	<u>к.с.-х.н., О.А. Малахова</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	
Консультант	<u>к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	

Тольятти 2025

Содержание

Введение.....	3
Термины и определения	11
Перечень сокращений и обозначений.....	13
1 Анализ состояния вопроса и обоснование задач	14
1.1 Характеристика источников искусственного освещения.....	14
1.2 Способы и средства обеспечения требуемых показателей световой среды	27
2 Условия труда пользователей ПЭВМ по показателям.....	35
2.1 Методика оценки параметров световой среды рабочих мест пользователей ПЭВМ	35
2.2 Анализ показателей световой среды на рабочих местах	47
3 Исследование влияния параметров световой среды на утомление персонала	63
3.1 Планирование и реализация корректирующих мероприятий	63
3.2 Анализ и оценка эффективности предлагаемых мероприятий по обеспечению техносферной безопасности в организации	88
Заключение	94
Список используемых источников.....	97

Введение

Актуальность и научная значимость настоящего исследования обусловлены основными принципами обеспечения безопасности труда при выполнении работ на ПЭВМ.

Всемирная организация здравоохранения объединяет заболевания глаз пользователей ПЭВМ под общим названием «компьютерный зрительный синдром», который вызывается увеличением нагрузки на зрительный аппарат, появляется астенопия.

Астенопия вызывает функциональные нарушения, сопровождающиеся ощущением в глазах песка или инородного тела, чувство жжения, слезотечение, светобоязнь, покраснения глаз. Глаза человека фиксируют нечеткость изображения, усталость и чувство давления.

Осложнениями являются заболевания заднего отдела глаза (сетчатки и стекловидного тела), глаукома.

Соблюдение принципов обеспечения безопасности труда таких, как предупреждение и профилактика опасностей, минимизация повреждения здоровья работников, являются обязанностью и работника, и работодателя.

Световая среда пользователей ПЭВМ является нормируемым производственным фактором и диктует соблюдение всех законодательных, нормативно-правовых и санитарно-гигиенических требований.

Повышение эффективности системы производственного освещения можно достигнуть за счет разработки регламентирующих процедур обеспечения безопасности пользователей ПЭВМ в данной области и внедрения новых автоматизированных технологий.

Объект исследования – это процесс нормализации световой среды для пользователей ПЭВМ.

Предметом исследования является система производственного освещения рабочих мест пользователей ПЭВМ как фактора производственной среды.

Цель исследования: нормализация и повышение эффективности системы производственного освещения при выполнении работ пользователями ПЭВМ путем разработки и внедрения корректирующих мероприятий, новых автоматизированных технологий управления освещением на производстве и регламентирующих процедур обеспечения безопасности работ пользователей ПЭВМ.

Гипотеза исследования состоит в том, что нормализация и повышение эффективности системы производственного освещения при выполнении работ пользователями ПЭВМ будут достигнуты, если:

- будет дана характеристика источников искусственного освещения;
- определены способы и средства обеспечения требуемых показателей световой среды;
- проведен анализ методики оценки параметров световой среды рабочих мест пользователей ПЭВМ;
- сделан анализ показателей световой среды на рабочих местах на основе гигиенических требований к освещению рабочих мест на примере конкретного предприятия и их соответствия норме;
- проведено планирование и реализация корректирующих мероприятий;
- сделан анализ и оценка эффективности предлагаемых мероприятий по обеспечению техносферной безопасности в организации (рассчитать затраты на внедрение мероприятий по улучшению условий труда).

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- сделать сравнительную характеристику источников искусственного освещения;

- определить способы и средства обеспечения требуемых показателей световой среды на основе обзора зарубежных и российских практик, новых технологий и современных разработок;
- провести анализ методики оценки параметров световой среды рабочих мест пользователей ПЭВМ при проведении специальной оценки условий труда и производственного контроля;
- провести анализ, измерение и гигиеническую оценку показателей световой среды на рабочих местах пользователей ПЭВМ в рамках производственного контроля условий труда;
- произвести планирование и реализацию корректирующих мероприятий по нормализации и повышению эффективности световой среды пользователей ПЭВМ на конкретном предприятии;
- провести анализ и оценку эффективности предлагаемых мероприятий по нормализации и повышению эффективности световой среды в организации.

Теоретико-методологическую основу исследования составили:

- федеральные законы «Об основах охраны здоровья граждан в РФ», «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», «О специальной оценке условий труда», Трудовой кодекс РФ;
- свод правил по естественному и искусственному освещению;
- санитарные правила и нормы по гигиенической оценке показателей освещенности;
- санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда;
- государственные стандарты по нормам и методам измерений показателей освещенности, требованиям к источникам искусственного освещения;
- методики по инструментальному контролю и оценке освещения рабочих мест, специальной оценке условий труда, оценке профессиональных рисков;

- нормативные акты Министерства труда и социальной защиты РФ (приказы);
- патенты РФ.

Базовыми для настоящего исследования явились также результаты производственного контроля условий труда по фактору освещенности рабочих мест пользователей ПЭВМ в ООО «ГазЭнергоСтрой».

Методы исследования:

- метод анализа при изучении законодательных, нормативных документов, обзоре зарубежных и российских практик, новых технологий и современных разработок, патентов РФ;
- измерение показателей освещенности рабочих мест пользователей ПЭВМ до и после внедрения корректирующих мероприятий;
- методы контрольных листов и матричный метод при оценке рисков на рабочих местах пользователей ПЭВМ;
- экспериментальный метод при анализе и оценке эффективности корректирующих мероприятий.

Опытно-экспериментальная база исследования – общество с ограниченной ответственностью «ГазЭнергоСтрой» г. Новый Уренгой (рабочие места пользователей ПЭВМ).

Научная новизна исследования заключается:

- в новом сравнительном анализе методики оценки параметров световой среды рабочих мест пользователей ПЭВМ при проведении специальной оценки условий труда и производственного контроля;
- в особенностях разработки регламентирующих процедур и корректирующих мероприятий по нормализации и повышению эффективности световой среды для пользователей ПЭВМ на основе оценки профессиональных рисков и производственного контроля.

Теоретическая значимость исследования заключается в освещении научной проблемы нормализации световой среды для пользователей ПЭВМ для снижения рисков профессиональных заболеваний органов зрения.

Практическая значимость исследования – это применение разработанных планов управления рисками, плана-графика производственного контроля по условиям труда – фактору освещенности рабочих мест пользователей ПЭВМ, корректирующих мероприятий, инструкций по охране труда и регламентирующих процедур обеспечения безопасности работ, других локальных нормативных актов по нормализации световой среды пользователей ПЭВМ в организациях всех форм собственности.

Достоверность и обоснованность результатов исследования обеспечивались:

- использованием проверенной методики по инструментальному контролю и оценке освещения рабочих мест, методик оценки профессиональных рисков на рабочих местах пользователей ПЭВМ;
- разработкой новых теоретических решений по внедрению энергоэффективной беспроводной системы управления освещением INTEGRA, которая проводилась после проверки ее работоспособности экспериментальным путем;
- публикацией научной статьи в сборнике трудов международной научно-практической конференции «Молодой исследователь: вызовы и перспективы».

Личное участие автора в организации и проведении исследования состоит:

- в сравнительном анализе методики оценки параметров световой среды рабочих мест пользователей ПЭВМ при проведении специальной оценки условий труда и производственного контроля;

- в выборе светодиодных источников света при сравнении технических характеристик и показателей освещенности (световой поток и коэффициент пульсации освещенности);
- в разработке рекомендаций по применению на основании данных производственного контроля при внедрении энергоэффективной беспроводной системы управления освещением.

Апробация и внедрение результатов работы велись в течение всего исследования. Его результаты докладывались на CCCXCI международной научно-практической конференции «Молодой исследователь: вызовы и перспективы» г. Москва.

На защиту выносятся:

1. Результаты сравнительной характеристики источников искусственного освещения (люминесцентных, светодиодных и ламп накаливания) по показателям освещенности рабочих мест пользователей ПЭВМ на основе энергоэффективности, величины светового потока, соответствия спектра излучения глазу человека, срока службы, независимости яркости от колебаний напряжения сети, коэффициента пульсации светового потока, объединенного показателя дискомфорта, необходимости специальной утилизации. Светодиодные лампы, как источники искусственного освещения, имеют наилучшие показатели освещенности.

2. Способы и средства обеспечения требуемых показателей световой среды на основе обзора зарубежных и российских практик, новых технологий и современных разработок по нормализации световой среды пользователей ПЭВМ. Способы использования источников искусственного производственного освещения показали, что наиболее предпочтительным является энергоэффективный способ беспроводного интеллектуального управления освещением, электроприборами и интеллектуальными системами и программно-аппаратные комплексы для его осуществления на основе

светодиодных источников света, в которых возможен строгий контроль за нормами освещенности без участия оператора.

3. Результаты анализа методики оценки параметров световой среды рабочих мест пользователей ПЭВМ при проведении специальной оценки условий труда и производственного контроля. Анализ новой методики специальной оценки условий труда показал, что при идентификации опасных и вредных производственных факторов установлено следующее требование – параметры световой среды идентифицируются как вредные и (или) опасные факторы только при выполнении прецизионных работ с величиной объектов различения менее 0,5 мм (кроме работ, допускающих масштабирование объектов различения), при наличии слепящих источников света, при проведении работ с объектами различения и рабочими поверхностями, обладающими направленно-рассеянным и смешанным отражением, что позволяет производить оценку освещенности рабочих мест пользователей ПЭВМ только в рамках производственного контроля и оценки профессиональных рисков. При специальной оценке условий труда оценка освещенности может проводиться при предложениях работников по осуществлению на их рабочих местах идентификации потенциально вредных и (или) опасных производственных факторов.

4. Результаты анализа, измерений и гигиенической оценки показателей световой среды на рабочих местах пользователей ПЭВМ в рамках производственного контроля условий труда. Результаты производственного контроля по фактору освещенности на рабочих местах пользователей ПЭВМ ООО «ГазЭнергоСтрой» показали несоответствие нормам в управлениях реализации проектов – 1, 2, группах строительного контроля, корпоративной защиты, управления строительством, что требует разработки корректирующих мероприятий и внедрения новых технологий производственного освещения.

5. Локальные нормативные акты по планированию и реализации корректирующих мероприятий по нормализации и повышению

эффективности световой среды пользователей ПЭВМ на конкретном предприятии разрабатываются в рамках системы управления охраной труда и включают:

- контрольные вопросы по опасностям при работе в офисе;
- карты оценки профессионального риска на рабочих местах пользователя ПЭВМ;
- регламентирующую процедуру разработки мероприятий по нормализации световой среды пользователей ПЭВМ;
- план управления рисками на рабочих местах пользователей ПЭВМ;
- инструкцию по охране труда для пользователей ПЭВМ;
- план-график производственного контроля по условиям труда – фактору освещенности рабочих мест пользователей ПЭВМ и план корректирующих мероприятий по его результатам.

6. Результаты анализа и оценки эффективности предлагаемых мероприятий по нормализации световой среды в организации. Предлагаемая к внедрению энергоэффективная беспроводная система управления освещением INTEGRA позволяет управлять освещением рабочих мест пользователей ПЭВМ автоматически, без участия оператора. Основные преимущества управления освещением данной системы: дистанционный контроль, масштабирование системы, автоматическая работа, надежность системы, интеграция. Расчет экономической эффективности показывает, что внедрение системы управления освещением INTEGRA имеет и социально-экономический, и материальный эффект, поскольку рассчитанный индекс доходности больше 1.

Структура магистерской диссертации работа состоит из введения, 3 разделов, заключения, содержит 17 таблиц, 1 рисунок, список используемых источников (40 источников). Основной текст работы изложен на 103 страницах.

Термины и определения

Безопасные условия труда – условия труда, при которых воздействие на работающих вредных и (или) опасных производственных факторов исключено либо уровни воздействия таких факторов не превышают установленных нормативов [35].

Вертикальная освещенность – освещенность на вертикальной плоскости [28].

Горизонтальная освещенность – освещенность на горизонтальной плоскости [28].

Индекс цветопередачи – мера соответствия зрительных восприятий цветного объекта, освещенного исследуемым и стандартным источниками света при определенных условиях наблюдения (с учетом хроматической адаптации наблюдателя) [28].

Источник света – устройство, излучающее свет в результате преобразования электрической энергии [28].

Комбинированное освещение – сочетание общего и местного освещения [28].

Контраст объекта различения с фоном – яркостный контраст, определяемый отношением разности между яркостью объекта и фона к яркости фона [28].

Коррелированная цветовая температура – температура излучателя Планка (черного тела), имеющего координаты цветности, наиболее близкие к координатам цветности, соответствующим спектральному распределению рассматриваемого объекта [28].

Коэффициент пульсации освещенности – критерий оценки относительной глубины колебаний освещенности в результате изменения во времени светового потока источника света в осветительных установках при питании их переменным током [28].

Местное освещение – освещение рабочего места, являющееся дополнительным к общему освещению и имеющее независимое от него управление [28].

Осветительная система – светотехническое оборудование (источники света, пускорегулирующая аппаратура, осветительные приборы и средства управления), необходимое для реализации и функционирования осветительной установки [28].

Осветительный прибор – устройство, предназначенное для освещения и содержащее один или несколько электрических ИС и осветительную арматуру [28].

Освещенность – физическая величина, определяемая отношением светового потока, падающего на малый участок поверхности, содержащий рассматриваемую точку, к площади этого участка [28].

Отраженная блескость – характеристика отражения светового потока от рабочей поверхности в направлении глаза работающего, определяющая снижение видимости вследствие чрезмерного увеличения яркости рабочей поверхности [28].

Охрана труда – система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия [35].

Перечень сокращений и обозначений

ГОСТ – государственный стандарт;

ИС – источник света;

ИССО – интеллектуальная светодиодная система освещения;

КЕО – коэффициент естественной освещенности;

МУК – методические указания по методам контроля;

ОП – осветительный прибор;

ОТ – охрана труда;

ОУ – осветительная установка;

ПК – производственный контроль;

ПРА – пускорегулирующая аппаратура;

ПЭВМ – персональная электронно-вычислительная машина;

СД – светодиод;

СДФ – светодиодная филаментная лампа;

СИ – средство измерения;

СОЦС – стандартное отклонение цвета сравнения;

ТЭК – топливно-энергетический комплекс;

УТ – условия труда.

1 Анализ состояния вопроса и обоснование задач

1.1 Характеристика источников искусственного освещения

Исследование по нормализации световой среды для пользователей ПЭВМ подтверждает свою актуальность требованиями федеральных законов, нормативных правовых актов по условиям труда рабочих мест. Сегодня компьютеры установлены и необходимы в производственном процессе на 90 % рабочих мест.

Конституция Российской Федерации в статье 37 гарантирует право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены [8].

Всемирная организация здравоохранения объединяет заболевания глаз пользователей ПЭВМ под общим названием «компьютерный зрительный синдром», который вызывается увеличением нагрузки на зрительный аппарат, появляется астиопия.

Астиопия вызывает функциональные нарушения, сопровождающиеся ощущением в глазах песка или инородного тела, чувство жжения, слезотечение, светобоязнь, покраснения глаз. Глаза человека фиксируют нечеткость изображения, усталость и чувство давления.

Современные исследования ученых установили, что у пользователей ПЭВМ обнаруживается:

- снижение остроты зрения – 34,5 %;
- нарушение аккомодации (способности четко видеть предметы на разных расстояниях) – 45 %;
- нарушение конвергенции (способности сведения зрительных осей обоих глаз на фиксируемом объекте) – 52 %;
- прогрессирование близорукости (особенно у людей в возрасте 25-30 лет) [1-3], [9], [10].

Осложнениями являются заболевания заднего отдела глаза (сетчатки и стекловидного тела), глаукома.

Основные принципы охраны здоровья устанавливает статья 4 Федерального закона «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации». Среди них:

- соблюдение прав граждан в сфере охраны здоровья и обеспечение связанных с этими правами государственных гарантий;
- ответственность органов государственной власти и органов местного самоуправления, должностных лиц организаций за обеспечение прав граждан в сфере охраны здоровья;
- приоритет профилактики в сфере охраны здоровья [17].

Санитарно-эпидемиологические требования для рабочих мест и производственных процессов регламентирует Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» в статьях 24 и 25:

- при эксплуатации производственных помещений, зданий, сооружений, оборудования и транспорта должны осуществляться санитарно-противоэпидемические (профилактические) мероприятия и обеспечиваться безопасные для человека условия труда, быта и отдыха в соответствии с санитарными правилами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации;
- условия труда, рабочее место и трудовой процесс не должны оказывать вредное воздействие на человека. Требования к обеспечению безопасных для человека условий труда устанавливаются санитарными правилами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации [16].

Трудовой кодекс Российской Федерации в статье 209 определяет рабочее место как место, где работник должен находиться или куда ему необходимо прибыть в связи с его работой и которое прямо или косвенно находится под контролем работодателя. Общие требования к организации безопасного рабочего места устанавливаются федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке и реализации государственной политики и нормативно-правовому

регулированию в сфере труда, с учетом мнения Российской трехсторонней комиссии по регулированию социально-трудовых отношений [35].

При этом условия труда определяются трудовым законодательством как совокупность факторов производственной среды и трудового процесса, оказывающих влияние на работоспособность и здоровье работника, а безопасные условия труда как условия труда, при которых воздействие на работающих вредных и (или) опасных производственных факторов исключено либо уровни воздействия таких факторов не превышают установленных нормативов [35].

Раскроем основные понятия освещения рабочего места:

- рабочая поверхность – поверхность, на которой проводится работа, нормируется и измеряется освещенность [4];
- рабочее освещение – освещение, обеспечивающее нормируемые световые условия (освещенность, качество освещения) в помещениях [4];
- естественное освещение – освещение помещений светом неба (прямым или отраженным), проникающим через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях, а также через световоды [4];
- боковое естественное освещение – естественное освещение помещения через световые проемы в наружных стенах [4];
- общее равномерное искусственное освещение помещений – освещение, при котором светильники размещаются в верхней зоне помещения и создают равномерное распределение освещенности на рабочих местах [4];
- комбинированное искусственное освещение – искусственное освещение, при котором к общему искусственному освещению добавляется местное [4];

- местное освещение – освещение, дополнительное к общему, создаваемое светильниками, концентрирующими световой поток непосредственно на рабочих местах [4];
- освещенность – отношение светового потока, падающего на элемент поверхности, содержащий рассматриваемую точку, к площади этого элемента [4];
- совмещенное освещение – освещение, при котором недостаточное по нормам естественное освещение дополняется искусственным в течение полного рабочего дня [4].

ГОСТ Р 56228-2014. Национальный стандарт Российской Федерации. Освещение искусственное. Термины и определения дает определения освещению и осветительным установкам:

- освещение – это использование света для того, чтобы сделать видимыми объекты и/или их окружение [28];
- осветительная установка – это совокупность осветительных приборов и/или осветительных комплексов, поддерживающих конструкций, средств питания и управления освещением, а также элементов освещаемого пространства, участвующих в перераспределении света (поверхности помещения) или являющихся объектом освещения (участок полотна дороги, стена здания и т.п.), функционально связанных для обеспечения необходимых условий видимости и комфортности освещаемого объекта или пространства [28];
- внутреннее освещение – это освещение объектов, находящихся внутри помещений, и/или их окружения [28];
- световая среда – это полная совокупность внешних световых факторов, способных повлиять на зрительное восприятие человеком окружающей обстановки [28].

Схема организации производственного освещения представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Схема производственного освещения

Основными осветительными приборами, используемыми для системы комбинированного искусственного освещения (общего и местного) пользователей ПЭВМ, поскольку требуется определенный нормируемый уровень освещенности, являются следующие:

- люминесцентные лампы;
- светодиодные лампы;
- лампы накаливания.

Требования к эксплуатации люминесцентных ламп определяются ГОСТ Р 59175-2020 [11].

Люминесцентная лампа – это разрядная ртутная лампа низкого давления, в которой свет излучает один или несколько слоев люминофора, возбуждаемых ультрафиолетовым излучением разряда. Лампа,

соответствующая требованиям настоящего стандарта, будет зажигаться и удовлетворительно работать при напряжениях от 92 % до 106 % номинального питающего напряжения и температуре окружающей среды от 10 °С до 50 °С с пускорегулирующим аппаратом (ПРА), стартером или в светильнике. Лампа должна быть сконструирована таким образом, чтобы были обеспечены ее характеристики при нормальной эксплуатации. Лампы должны удовлетворять следующим требованиям:

- в течение заявленного срока службы напряжение на лампе может повышаться на 5 – 10 В;
- начальное значение светового потока лампы должно быть не менее 92% расчетного значения;
- стабильность светового потока лампы должна быть не менее 92% (в стадии рассмотрения) значения расчетной стабильности светового потока в любое время ее срока службы [11].

ГОСТ IEC 62612-2019 определяет требования к эксплуатации светодиодных ламп.

СД-лампы со встроенными устройствами управления зажигаются и удовлетворительно работают при напряжениях от 92% до 106% номинального питающего напряжения при температуре окружающей среды от минус 20 °С до плюс 40 °С [13].

Доля отказов при номинальном сроке службы, то есть процент у числа СД-ламп одного типа, который при номинальном сроке службы обозначает процент (долю) отказов 10%.

Если светильник или любое покрытие на нем (если имеется) не искажают размеры СД-ламп, то такие СД-лампы также считают пригодными для замены. Проверку проводят внешним осмотром [13].

Основные эксплуатационные требования к лампам накаливания определены в ГОСТ IEC 60064-2019.

Срок службы каждой лампы должен быть не менее 70% номинального срока службы [12].

Сравнительный анализ различных типов ламп (осветительных приборов) представлен в таблице 1 [15].

Сравнение сделано между:

- люминесцентными лампами;
- светодиодными лампами;
- лампами накаливания.

Таблица 1 – Достоинства и недостатки различных типов ламп

Тип лампы	Преимущества	Недостатки
Лампы люминесцентные	высокий коэффициент полезного действия; высокая цветопередача (спектр излучения соответствует глазу человека); долгий срок службы (более 10000 ч.); возможность применения при низких температурах; возможность выбора цветовой гаммы (цветовая температура по шкале Кельвина 2700-6400 °K)	высокий коэффициент пульсации светового потока; высокое содержание паров ртути; снижение светового потока при низких температурах; необходимость специальной утилизации
Лампы светодиодные	низкое энергопотребление; самый продолжительный срок службы; отсутствие нагрева лампы; возможность выбора светового излучения; независимость яркости от колебаний напряжения сети (стабильность яркости); низкий коэффициент пульсации светового потока	потеря яркости вследствие деградации кристалла; высокая цена (наличие функции стабилизации тока с применением понижающего преобразователя)
Лампы накаливания	низкая стоимость; малые размеры; отсутствие задержки зажигания при включении (мгновенное); отсутствие коэффициента; расширенный диапазон мощностей; возможность использования при низких температурах	низкий коэффициент полезного действия (0,9 электрической энергии преобразуется в тепловую); низкий срок службы (менее 1000 ч.); повышенная яркость; высокая хрупкость стеклянного корпуса

МУК 4.3.3975-24.4.3 описывают порядок проведения инструментального контроля и оценки освещения рабочих мест на

промышленных предприятиях, рабочих мест в помещениях общественных зданий, а также в сопутствующих им производственных помещениях на соответствие санитарно-эпидемиологическим требованиям [14]. Они применяются при:

- осуществлении федерального государственного санитарно-эпидемиологического контроля (надзора);
- осуществлении санитарно-эпидемиологических экспертиз, обследований, исследований, испытаний, оценок;
- осуществлении производственного контроля;
- проведении других видов контроля соблюдения санитарно-эпидемиологических требований (например, лицензионный) и выполнения профилактических мероприятий [14].

Контролируемыми показателями искусственного освещения на рабочих местах в соответствии с санитарно-эпидемиологическими требованиями являются:

- средняя освещенность на рабочей поверхности, лк;
- коэффициент пульсации освещенности, %;
- объединенный показатель дискомфорта, отн. ед.;
- яркость (яркость рабочей поверхности), кд/м²;
- индекс цветопередачи, % [14].

Объединенный показатель дискомфорта оценивается при наличии жалоб работающих на наличие посторонних ярких источников света в поле зрения (в этом случае заявителем или его представителем, несущими ответственность за достоверность представляемых материалов, предоставляется раздел проектной документации с расчетным объединенным показателем дискомфорта) [14].

Светотехнические характеристики осветительных приборов представлены в технических условиях и эксплуатационной документации на

ОП конкретных типов или групп. Информация об индексе цветопередачи источника света представлена на маркировке изделия [14].

Контролируемым показателем естественного освещения на рабочих местах является коэффициент естественной освещенности (КЕО) [14].

Результаты измерений показателей освещения представляются с расширенной неопределенностью измерений (исключение могут составлять результаты измерений КЕО) [14].

При подготовке к выполнению измерений проводится:

- определение цели проведения работ;
- ознакомление с документацией по объекту и его обследование (например, сбор информации об эксплуатационной и технической документации на объект исследования, директивных документах на проведение работ; уточнение информации о наличии результатов ранее проведенных исследований, а также проектной документации и значений расчетных показателей (КЕО, объединенный показатель дискомфорта);
- определение объема работ на объекте (выбор рабочих мест для инструментального контроля освещения, контролируемых показателей, контрольных точек (точек измерения); изучение особенностей условий труда, включая нахождение работника в разных помещениях и (или) выполнение различных зрительных работ (в том числе хронометраж выполнения этих зрительных работ и (или) времени пребывания в разных зонах работ); оценка условий зрительной работы, возрастные характеристики работников, влияющие на требования к проведению измерений и оценку их результатов, а также время проведения измерений);
- сбор информации об особенностях освещения на рабочих местах (уточняются данные о наличии или отсутствии естественного освещения; системе искусственного освещения; типе светильников, параметрах их размещения в помещениях, состоянии светильников

(например, исправность, загрязнение, укомплектованность отражателями, решетками, рассеивателями); наличии «расфазировки» светильников и типе ПРА, светотехнических характеристиках светильников со светодиодами; наличии и состоянии светильников местного освещения, в том числе неработающих ламп; типе источников света, их коррелированной цветовой температуре и индексе цветопередачи; санитарном состоянии остеклений светопроемов, стен, потолков;

- сбор жалоб (при их наличии) со стороны лиц, занятых на обследуемых рабочих местах;
- определение потребности в СИ и привлекаемых к работе специалистах;
- подготовка СИ в соответствии с эксплуатационной документацией [14].

Точки измерений контролируемых показателей искусственной освещенности на рабочих местах наносят на план помещения с указанием размещения светильников [14].

Перед проведением измерений на всех рабочих местах определяют значения параметров микроклимата.

При проведении измерений на территории параметры наружного воздуха (температура, относительная влажность воздуха, атмосферное давление) уточняются по данным официальных источников [14].

Гигиеническая оценка освещения на рабочих местах осуществляется в соответствии с санитарно-эпидемиологическими требованиями определением класса условий труда (при необходимости). Результаты оценки освещения отражаются в протоколах измерений, экспертном заключении [14].

Для выбора предельно допустимых уровней параметров освещения определяется характер зрительной работы (разряд и подразряд зрительной работы). При этом изучаются:

- технологический процесс и технологическое оборудование, что позволяет составить общее представление о способах обработки сырья, требуемой точности при изготовлении отдельных деталей, узлов или выпускаемого изделия в целом, а также о применяемом оборудовании;
- характер зрительной работы: наивысшей точности, очень высокой точности, высокой точности, средней точности, малой точности, грубая, работа со светящимися материалами, общее наблюдение, периодическое, общее наблюдение;
- наименьший или эквивалентный размер объекта различия (от менее 0,15 мм до более 0,5 мм);
- контраст объекта с фоном (малый, средний большой);
- характеристика фона (темный, средний, светлый) [14].

Контроль соответствия параметров световой среды санитарно-эпидемиологическим требованиям рекомендуется проводить не реже 1 раза в год, а также при наличии жалоб работников и оценке эффективности проведенных профилактических мероприятий [14].

Измерения освещенности, коэффициента пульсации освещенности и яркости рабочей поверхности от источников света проводятся с использованием СИ, имеющих относительную погрешность не более $\pm 10\%$. Для измерения напряжения электрической сети питания ОП применяются вольтметры класса точности не ниже 1,5 [14].

При определении КЕО одновременно проводят прямые измерения естественной освещенности в двух контрольных точках:

- в контрольной точке, расположенной вне здания на горизонтальной площадке, освещаемой всем светом небосвода (наружная горизонтальная освещенность);
- в контрольной точке, расположенной внутри помещения [14].

Искусственное освещение в помещениях во время измерений выключают [14].

Результаты измерений оформляются в виде протокола измерений, оформленного в соответствии с методическими документами и в соответствии с прописанными в лаборатории требованиями системы менеджмента качества [14].

Совмещенное освещение помещений производственных зданий в дневное время рекомендуется:

- для производственных помещений, в которых выполняются работы I - III разрядов;
- для производственных и других помещений в случаях, когда по условиям технологии, организации производства или климата в месте строительства требуются объемно-планировочные решения, которые не позволяют обеспечить нормируемое значение КЕО [14].

Измерения освещенности на рабочей поверхности и коэффициента пульсации освещенности проводятся в темное время суток или при условии, когда отношение естественной освещенности к искусственной составляет не более 0,1 (фоновое естественное освещение) [14].

Измерения яркости рабочей поверхности от искусственного освещения проводятся при условии, когда отношение естественной освещенности к искусственной составляет не более 0,1 (фоновое естественное освещение).

Исключение составляют помещения без естественного света [14].

До начала проведения измерений искусственное освещение должно работать в штатном режиме в течение времени, необходимого для стабилизации светового потока.

- 5 мин. – для ОП с лампами накаливания;
- 15 мин. – для ОП с разрядными лампами высокого давления;
- 40 мин. – для ОП с люминесцентными лампами [14].

Для ОП со светодиодами время стабилизации световых характеристик указывается в технических условиях на осветительные приборы конкретных

типов или групп, а при отсутствии таких данных составляет не менее 30 минут [14].

При комбинированном искусственном освещении:

- освещенность измеряется сначала от светильников общего освещения, затем включаются светильники местного освещения в их рабочем положении и измеряется суммарная освещенность от светильников общего и местного освещения;
- коэффициент пульсации освещенности измеряется сначала от светильников общего освещения, затем включаются светильники местного освещения в их рабочем положении, выключается общее освещение и измеряется коэффициент пульсации освещенности от светильников местного освещения [14].

Прямые измерения показателей искусственного освещения выполняются на нормируемой поверхности на заданной высоте ($\pm 0,05$ м) в плоскости ее расположения [14].

Измерения показателей искусственного освещения (освещенности рабочей поверхности и яркости рабочей поверхности от искусственного освещения) проводят в реальных условиях без учета изменений значений напряжения в электрической сети системы освещения, что отражается в первичных записях и в протоколе измерений [14].

В начале измерений искусственной освещенности контролируется напряжение в электрической сети питания осветительных установок [14].

По окончании измерений повторно измеряется напряжение в электрической сети, питающей осветительные установки [14].

Размещение контрольных точек для оценки искусственного освещения на рабочих местах проводят по определенной методике.

Контрольные точки на плане помещения располагаются таким образом, чтобы их сетка не совпадала с сеткой размещения светильников.

В случае совпадения сеток число контрольных точек на плане помещения целесообразно увеличить с учетом типовых параметров сетки

контрольных точек при измерениях средней освещенности и коэффициента пульсации освещенности [14].

Согласно ГОСТ 24940-2016 основными средствами измерений показателей производственного освещения являются:

- люксметр-яркомер-пульсметр «Эколайт-01»;
- люксметр-яркомер-пульсметр «Эколайт-02»;
- люксметр типа «Аргус 01»;
- люксметр-пульсметр типа «Аргус 07»;
- люксметр типа ТКА-Люкс;
- люксметр типа ТКА-ПКМ, модель 02;
- люксметр типа ТКА-ПКМ, модель 08;
- люксметр типа TESTO 0500 (Германия);
- люксметр типа «Pocket-Lux2» фирмы LMT (Германия);
- многоканальный радиометр «Аргус»;
- люксметр-яркомер типа ТКА, модель 04/3;
- люксметр-яркомер «Аргус 12» [5].

1.2 Способы и средства обеспечения требуемых показателей световой среды

В ходе исследования зарубежных и российских практик, новых технологий и современных разработок по нормализации световой среды для пользователей ПЭВМ нами был проведен соответствующий патентный поиск, результаты которого представлены в таблице 2.

Патентными документами РФ, которые использовались при патентном поиске, служили рефераты российских изобретений.

Опыт изучения научных разработок зарубежных авторов по вопросам нормализации световой среды для пользователей ПЭВМ показал, что данная проблема сохраняет свою актуальность и сегодня.

Таблица 2 – Результаты патентного поиска по нормализации световой среды для пользователей ПЭВМ

Наименование патента	Краткая характеристика	Технический результат	Недостатки
Способ беспроводного интеллектуального управления освещением, электроприборами и интеллектуальными системами и программно-аппаратный комплекс CONTROL-R для его осуществления	изобретение относится к области беспроводных электронных технологий, в частности к беспроводному интеллектуальному управлению освещением, электроприборами и интеллектуальными системами. Для этого осуществляют получение данных о состоянии текущей окружающей обстановки, анализ и оценивание полученных данных на соответствие заданным параметрам требуемого состояния, генерирование команд управления освещением, электроприборами, интеллектуальными системами, соответствующих заданным условиям требуемого состояния, и отправку сгенерированных команд контроллерам светильников, электроприборам, интеллектуальным системам, с целью создания уровня яркости светильников, поддержание нужного состояния электроприборов и интеллектуальных систем, соответствующих заданным условиям требуемой обстановки [34]	технический результат заключается в расширении арсенала технических средств интеллектуального управления электроприборами, обеспечивающих безопасность, экономию электроэнергии и расширение функциональных возможностей управления [34]	преимущественный
Способ управления и управляющее устройство для устройства «Умного дома»	изобретение относится к способу и аппарату для управления интеллектуальным освещением и включает в себя: получение информации о состоянии текущей обстановки, генерацию команды управления светом, соответствующей заданному условию обстановки, и отправку сгенерированной команды управления светом системе интеллектуального освещения так, что создается световой эффект, соответствующий заданному условию обстановки [31]	технический результат заключается в точности управления освещением с использованием конфигураций светового эффекта в зависимости от обстановки [31]	отсутствие гибкости и надежности в автоматизации управления, небезопасная работа устройств на основе беспроводных технологий малого радиуса, невозможность управления светильниками в промышленной среде [31]

Продолжение таблицы 2

Наименование патента	Краткая характеристика	Технический результат	Недостатки
Интеллектуальная светодиодная система освещения (ИССО) и светильник интеллектуальной светодиодной системы освещения	ИССО, включающая силовую сеть питания, интерфейсные светодиодные светильники с регулируемым блоком питания и электронным модулем управления световым потоком, дистанционную систему настройки модуля управления световым потоком по каналам проводной, беспроводной и инфракрасной связи, интерфейсные датчики движения и освещенности, отличающаяся тем, что электронный модуль управления световым потоком светильников выполнен с возможностью ретрансляции команд электроприборам в силовой сети ИССО [30]	технический результат - расширение функциональных возможностей управления системой освещения [30]	недостаточная надежность при работе, примитивная автоматизация, высокая стоимость монтажных работ, низкая скорость передачи данных по силовой сети, беспроводная составляющая в ИССО не задействована (только для проведения процедур дистанционных настроек) [30]
Устройство дистанционного контроля параметров условий труда, учитывающее частоту сердечного ритма	изобретение может быть использовано для контроля и управления уровнями факторов производственной среды. Устройство содержит блок контроля, преобразователи сигналов, датчик температуры, датчик шума, датчик освещенности, датчик пульса, задатчики граничных значений на каждый контролируемый фактор, корректоры предельных значений [33]	обеспечивает учет физиологического состояния человека, а также коррекции данных в соответствии с реальным влиянием на организм человека	преимущественный (повышает функциональные возможности устройства и качество контроля параметров условий труда и работы устройства в целом) [33]
Устройство дистанционного контроля параметров производственной среды в условиях загазованности	изобретение относится к области контроля параметров условий труда, в частности к контролю и управлению фактическими уровнями факторов условий труда, таких как температура, освещенность, концентрация вредных химических веществ однонаправленного и разнонаправленного действия на рабочих местах промышленных предприятий [32]	повышение качества контроля параметров условий труда при дистанционном мониторинга вредных факторов [32]	ограниченность контроля параметров условий труда по вредным факторам действия на организм человека, не учитывается физиологическое состояние человека, отсутствует коррекция данных [32]

На основе анализа научных разработок зарубежных ученых мы рассмотрели технологии будущего при работе на ПЭВМ [38-40].

По мере того как технологические инновации в области компьютеров начинают выходить за свои пределы (закон Мура), возникает новая проблема: какое вычислительное устройство появится после того, как классические суперкомпьютеры достигнут своих физических пределов? На данный момент квантовые компьютеры находятся на начальной стадии разработки, и у них уже есть некоторые преимущества по сравнению с современными классическими компьютерами. В период тестирования существует множество способов создания квантового компьютера с использованием таких процессов, как методы захваченных ионов и спиновых точек. В настоящее время квантовые компьютеры имеют множество недостатков, таких как проблемы с декогеренцией и масштабируемостью, но многие из этих проблем легко устраняются. Тем не менее, преимущества квантовых компьютеров на данный момент перевешивают потенциальные недостатки. Эти преимущества включают в себя использование многих свойств квантовой механики, таких как квантовая суперпозиция, запутанность и параллелизм.

На протяжении 20-го и 21-го веков современный компьютер развивался и внедрял инновации настолько существенно, что он играет огромную роль в нашей повседневной жизни. Однако это процветание в области вычислительных инноваций подходит к концу, а это означает, что сейчас мы находимся в поиске новых форм современных компьютеров. Одним из важнейших решений этой проблемы является использование квантовых компьютеров. В последние годы такие компании, как Intel, Google и Microsoft, тратят время и деньги на исследования в области квантовых компьютеров. Эти компании проводят исследования в таких областях, как оптимизация и машинное обучение, чтобы продолжать внедрять инновации в технологии, связанные с квантовыми компьютерами. Из всех других возможностей вычислительной техники квантовые компьютеры имеют

значительные шансы стать следующим хитом технологических инноваций, поскольку в них используются квантовые законы и приложения, что делает их более быстрыми, чем классические компьютеры, с улучшенной освещенностью и яркостью экрана, отсутствием отраженной блескости.

В очередном исследовании зарубежных ученых сообщается о всестороннем численном исследовании микроскопии со структурированным освещением сверхразрешения (SR) с использованием классического процесса и алгоритма моделирования Хайнцмана-Кремера. В частности, исследуется влияние дифракционного предела базовой системы формирования изображений на оптимальную частоту имитационной решетки, которая может быть использована для получения максимального усиления с поддержкой непрерывной пространственной частоты. Когда частота имитационной решетки в два раза превышает дифракционный предел, более высокая частота имитационной решетки может помочь добиться более высокого качества изображения для базовых систем визуализации, у которых низкий дифракционный предел, хотя это улучшение достигается за счет определенных затрат. Давно известно, что волновая природа света накладывает дифракционный предел, называемый дифракционным пределом Аббе, на разрешение изображения в дальнем поле, которое может быть достигнуто с помощью оптической микроскопии. Однако в последнее десятилетие было предложено и продемонстрировано несколько методов сверхразрешения, позволяющих повысить разрешение микроскопа и компьютера за пределы дифракционного предела, со структурированным освещением. Из этих методов оптической микроскопии со сверхвысоким разрешением наиболее широко применяется метод структурированной световой микроскопии и компьютеризации со сверхвысоким разрешением благодаря широкому полю обзора, простоте применения к образцам, подготовленным для стандартной флуоресцентной микроскопии и компьютеризации, возможности получения многоцветных изображений по четырем различным цветовым каналам.

Следующий проект основан на традиционной платформе бухгалтерского аудита, на основе технических исследований, для воссоздания трехсторонних отношений, широко используемой платформы обработки данных. Методология исследования – используется принцип хранения данных в особой базе данных, оригиналы документов и другую информацию из первых рук непосредственно хранятся в электронном виде. Это не только улучшит общий доступ к файлам и алгоритмы управления привилегиями, но и предотвратит изменение данных из первых рук, а также использование более интеллектуального встроенного управления различными модулями для защиты трех сторон в осуществлении их законных прав и интересов на платформе с использованием компьютерного зрения. Принцип компьютерного зрения аппаратного обеспечения продукта предполагает двумерную парадигму. Многие приложения компьютерного зрения включают в себя два компонента. Примерами могут служить документы; высокогорный ландшафт на поверхности земли (колебаниями рельефа можно пренебречь); образец, наблюдаемый в микроскоп (глубина резкости очень мала, поэтому в фокусе находится только один фрагмент образца); плоские искусственные поверхности. Когда сцена двумерная, компьютерное зрение становится проще (хотя оно все еще может быть очень важным – например, для чтения рукописного текста). В то же время некоторые методы анализа 2D-изображений сцен также полезны на ранних этапах анализа 3D-сцен. Цифровое изображение сцены используется для определения общей структуры системы объекта. На начальном этапе разработки необходимо углубить построение внутренней системы, создать базу данных, продолжить разработку продукта, подать заявку на получение технических патентов.

Выводы по первому разделу:

Результаты анализа научных публикаций показали, что вопросы нормализации световой среды для пользователей ПЭВМ актуальны для всего мирового сообщества, поскольку статистика заболеваний зрительного

аппарата среди работоспособного населения показывает увеличивающееся число людей с близорукостью и другими заболеваниями глаз. Будущее за автоматическими системами контроля освещенности пользователей ПЭВМ, позволяющими исключить любые операторские ошибки при управлении системами освещения, новыми типами компьютеров (квантовыми) и современными светодиодными светильниками.

Результаты анализа законодательных документов показали, вопросы здоровья работников находятся в приоритете государства.

Результаты анализа нормативных документов показали, что каждая характеристика производственного освещения строго нормируется государственными стандартами, приказами Минтруда, санитарно-эпидемиологическими правилами, методическими указаниями по методам контроля. К таким характеристикам относятся: средняя освещенность на рабочей поверхности, коэффициент естественной освещенности, объединенный показатель дискомфорта, яркость (яркость рабочей поверхности), индекс цветопередачи, коэффициент пульсации светового потока. Соблюдение нормативов данных показателей обеспечивает благоприятную световую среду для пользователей ПЭВМ.

Анализ нормативных документов показал, что измерения показателей освещенности на рабочих местах пользователей ПЭВМ по специальной оценке условий труда не проводятся, а могут проводиться только в рамках производственного контроля условий труда.

Путем патентного поиска проведен обзор российских практик, новых технологий и современных разработок по нормализации световой среды пользователей ПЭВМ. Нами изучены:

- способ беспроводного интеллектуального управления освещением, электроприборами и интеллектуальными системами и программно-аппаратный комплекс CONTROL-R для его осуществления;
- способ управления и управляющее устройство для устройства «Умного дома»;

- интеллектуальная светодиодная система освещения и светильник интеллектуальной светодиодной системы освещения;
- устройство дистанционного контроля параметров условий труда, учитывающее частоту сердечного ритма;
- устройство дистанционного контроля параметров производственной среды в условиях загазованности.

Наиболее предпочтительным является способ беспроводного интеллектуального управления освещением, электроприборами и интеллектуальными системами и программно-аппаратный комплекс CONTROL-R для его осуществления.

Его технический результат заключается в расширении арсенала технических средств интеллектуального управления электроприборами, обеспечивающих безопасность, нормализацию освещенности рабочих мест пользователей ПЭВМ, экономию электроэнергии и расширение функциональных возможностей управления.

Обобщенный обзор показывает степень изученности вопроса нормализации световой среды для пользователей ПЭВМ и позволяет проводить дальнейшие исследования.

2 Условия труда пользователей ПЭВМ по показателям

2.1 Методика оценки параметров световой среды рабочих мест пользователей ПЭВМ

Рассмотрим основные вопросы методики оценки параметров световой среды рабочих мест, обратив особое внимание на пользователей ПЭВМ.

ГОСТ 24940-2016 устанавливает методы определения минимальной, средней и цилиндрической освещенностей, коэффициента естественной освещенности в помещениях зданий и сооружений и на рабочих местах [5] в соответствии с нормами [29].

В соответствии с [4, 14]:

- зона зрительной работы – часть рабочей поверхности, на которой выполняют зрительную работу;
- зрительная работа – видение объекта, характеризующееся размером объекта различения, его яркостью, контрастом с фоном и продолжительностью работы;
- контраст объекта различения с фоном определяется отношением абсолютной величины разности между яркостью объекта и фона к яркости фона;
- наименьший размер объекта различения – это наименьший рассматриваемый предмет, отдельная его часть или дефект, которые требуется различать в процессе выполнения данного вида работ. Наименьшие размеры объекта различения и соответствующие им разряды длительной работы установлены при расположении объектов различения на расстоянии не более 0,5 м от глаз работающего;
- отраженная блескость – характеристика отражения светового потока от рабочей поверхности в направлении глаз работающего, определяющая снижение видимости вследствие чрезмерного

- увеличения яркости рабочей поверхности и вуалирующего действия, снижающих контраст между объектом и фоном;
- светильник – осветительный прибор, перераспределяющий излучение источника света внутри больших телесных углов;
 - фон – поверхность, прилегающая непосредственно к объекту различения, на которой он рассматривается.

Для измерения освещенности следует использовать средства измерений – люксометры с измерительными преобразователями излучения, имеющими предел допускаемой относительной погрешности не более 10% с учетом погрешности спектральной коррекции, определяемой как отклонение относительной спектральной чувствительности измерительного преобразователя излучения от относительной спектральной световой эффективности монохроматического излучения для дневного зрения, погрешности калибровки абсолютной чувствительности и погрешности, вызванной нелинейностью световой характеристики [5].

Люксометры должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке средств измерений. Поверку люксометров осуществляют органы стандартизации и метрологии [5].

Для измерения напряжения в сети следует применять вольтметры класса точности не ниже 1,5 [5].

Перед измерениями освещенности и КЕО выбирают и наносят контрольные точки для измерения освещенности и КЕО на план помещения, сооружения или освещаемого участка (или исполнительный чертеж осветительной установки) с указанием размещения светильников [5].

Перед измерением освещенности от искусственного освещения следует провести замену всех перегоревших ламп и чистку светильников. Измерение освещенности также допускается проводить без предварительной подготовки осветительной установки, что должно быть зафиксировано при оформлении результатов измерения [5].

Измерение КЕО на соответствие действующим нормам проводят в помещениях, свободных от мебели и оборудования, не затеняемых озеленением и деревьями, при вымытых и исправных светопрозрачных заполнениях светопроемов.

При этом средневзвешенный коэффициент отражения стен, потолка, пола и заполнения оконных проемов в жилых помещениях должен составлять не менее 0,5 [5].

Для измерения КЕО выбирают дни со сплошной облачностью, покрывающей весь небосвод. Искусственное освещение в помещениях на период измерений выключают [5].

Контрольные точки измерения минимальной освещенности от рабочего и резервного освещения размещают в центре помещения под светильниками, между светильниками и их рядами, у стен на расстоянии от $0,15L$ до $0,25L$, но не более 1 м от стены, где L – расстояние между рядами светильников [5].

Для проведения измерений средней освещенности применяют сетку контрольных точек, при которой контрольные точки размещают в узлах прямоугольной решетки в пределах зоны выполнения работ или помещения. Отношение длины ячейки решетки к ее ширине должно быть в пределах от 0,5 до 2 [5].

Полосу 0,5 м границ зоны или от стен или границ зоны производства работ исключают из измеряемой зоны, за исключением случаев, когда там расположены рабочие места [5].

При размещении контрольных точек на плане помещения их сетка не должна совпадать с сеткой размещения светильников. В случае совпадения сеток число контрольных точек на плане помещения целесообразно увеличить.

Если контрольные точки совпадают с оборудованием, то сетку контрольных точек следует сделать более частой и исключить точки, попадающие на оборудование [5].

Минимальную искусственную освещенность в помещениях и вне зданий вычисляют как минимальные измеренные значения освещенности из последовательности их значений в контрольных точках [5].

Среднюю освещенность в помещении вычисляют как среднеарифметическое значение измеренных освещенностей в контрольных точках помещения [5].

Естественное освещение помещений соответствует нормам, если коэффициент естественной освещенности больше или равен нормативному значению.

Исследования показателей освещенности проводили и зарубежные ученые [36].

Зрение человека предоставляет полезную информацию о форме и цвете окружающих нас объектов.

Оно хорошо работает во многих, но не во всех условиях освещения. С появлением искусственных источников света было важно понять, как освещение влияет на качество зрения, но это оказалось на удивление сложной задачей.

Широкое внедрение твердотельных излучателей света повысило актуальность этой проблемы. Эксперты до сих пор спорят о том, как освещение может наилучшим образом обеспечить качественное зрение – это ключевой вопрос, поскольку около пятой части мировой электроэнергии используется для производства света.

Фотометрия, метод измерения количества света, попадающего в поле зрения, хорошо зарекомендовал себя, однако остаются значительные неопределенности. Колориметрия, метод измерения цвета, достиг хорошей воспроизводимости, но исследователи все еще пытаются понять, как освещение может наилучшим образом обеспечить высококачественное цветовое зрение.

За последние годы был достигнут значительный прогресс. Международная комиссия по освещению определяет освещение и

эквивалентный термин lighting как «воздействие света на сцену, объекты или их окружение», а свет – как «излучение, которое рассматривается с точки зрения его способности возбуждать зрительную систему человека». Это справедливо для длин волн от 360 до 830 нм, при этом наибольшее значение имеет диапазон от 400 до 700 нм. Поскольку зрение человека очень важно, количество и качество освещения, обеспечивающего его, имеют соответствующее значение.

Оценить качество визуального восприятия, обеспечиваемого системой освещения, на удивление сложно. Фундаментальная трудность, общая для всех исследований восприятия, заключается в том, что восприятие невозможно измерить напрямую в отличие от фотоэлектрического элемента, который преобразует свет в электрический сигнал. Более того, взаимосвязь между восприятием и визуальными стимулами сложна, нелинейна и зависит от контекста. Еще одним усложняющим фактором является то, что человеческое зрение служит для множества целей.

Учитывая эти сложности, успешная количественная оценка ценности освещения для человека стала замечательным научным достижением, работа над которым продолжается до сих пор. Эта работа также имеет большое практическое значение, поскольку освещение потребляет примерно пятую часть электроэнергии в мире.

В результате возникает необходимость в повышении энергоэффективности освещения, поскольку на самом деле важно качество визуального восприятия человека, обеспечиваемого электрическим освещением. Таким образом, сложность и утонченность зрительного восприятия человека делает количественную оценку качества освещения сложной и крайне важной задачей для современного общества.

Рассматриваются вопросы колориметрии, количественной оценки визуального восприятия, связанной со спектральным распределением мощности, цветопередачи – явлении, при котором источники света могут

влиять на видимые цвета объектов. Существуют важные и неизбежные дизайнерские компромиссы, связанные с этими аспектами освещения.

Кроме того, для повышения точности цветопередачи с незначительной до превосходной необходимо лишь незначительное снижение светоотдачи – и такое снижение искажений цвета легко оценят неэксперты.

В настоящее время требуемая потеря эффективности в результате этого улучшения составляет всего около 10-20%, что требует соответствующего снижения освещенности, которое в большинстве случаев незаметно.

Поэтому многие ведущие дизайнеры предпочитают более высокую точность цветопередачи при современном освещении.

Однако другие потенциальные аспекты качества цветопередачи могут оправдать намеренное изменение цвета, которое при определенных обстоятельствах может улучшить самочувствие людей, не снижая при этом светоотдачи.

Разработка точных количественных методов оценки количества и качества освещения продолжалась столетие, объединяя области физики, инженерии, физиологии и психологии.

Поскольку область освещения имеет богатую историю, некоторые рутинные процедуры расчета, используемые сегодня, все еще содержат артефакты из ранних работ.

Однако современная адаптация старых инструментов позволила дизайнерам наилучшим образом использовать новые разработки в эффективных практических системах освещения, которые обеспечивают высокое качество зрения и тем самым способствуют улучшению самочувствия людей.

Несмотря на достигнутые значительные успехи, важные исследования в этой области еще впереди.

Измерения показателей освещенности рабочих мест по нормативным документам РФ проводят в рамках специальной оценки условий труда и производственного контроля условий труда.

Методика проведения специальной оценки условий труда трактует, что отнесение условий труда к классу (подклассу) условий труда при воздействии световой среды осуществляется по показателю освещенности рабочей поверхности [18].

Отнесение условий труда к классу (подклассу) условий труда при воздействии световой среды осуществляется в зависимости от результатов исследований (испытаний) и измерений освещенности рабочей поверхности [18].

Нормативные значения освещенности рабочей поверхности E_n (для искусственного освещения рабочих мест) установлены в таблице 5.24 «Требования к освещению рабочих мест на промышленных предприятиях» и в таблице 5.25 «Требования к освещению рабочих мест в помещениях общественных зданий, а также сопутствующих им производственных помещениях» СанПиН 1.2.3685-21 [18].

При работе на открытой территории только в дневное время суток, когда источником света дополнительно является солнечное излучение, условия труда на рабочем месте по показателю освещенности рабочей поверхности признаются допустимыми условиями труда [18].

При расположении рабочего места в нескольких рабочих зонах (в помещениях, на участках, на открытой территории) отнесение условий труда к классу (подклассу) условий труда при воздействии световой среды осуществляется с учетом времени пребывания в разных рабочих зонах [18].

В новой методике специальной оценки условий труда при идентификации опасных и вредных производственных факторов установлено следующее требование [18] – параметры световой среды идентифицируются как вредные и (или) опасные факторы только при выполнении прецизионных работ с величиной объектов различения менее 0,5 мм (кроме работ, допускающих масштабирование объектов различения), при наличии слепящих источников света, при проведении работ с объектами различения и рабочими поверхностями, обладающими направленно-рассеянным и

смешанным отражением, что позволяет производить оценку освещенности рабочих мест пользователей ПЭВМ только в рамках производственного контроля и оценки профессиональных рисков.

СП 2.2.3670-20 устанавливает, что юридические лица и индивидуальные предприниматели обязаны осуществлять [26]:

- производственный контроль за условиями труда;
- разрабатывать и проводить санитарно-противоэпидемические (профилактические) мероприятия, предусмотренные Санитарными правилами.

По результатам проведения производственного контроля и специальной оценки условий труда хозяйствующим субъектом должен быть разработан и выполняться в установленные им сроки перечень мероприятий по улучшению условий труда, направленных на снижение рисков для здоровья человека в части профессиональных заболеваний, заболеваний (отравлений) и инфекционных заболеваний, связанных с условиями труда [26].

Хозяйствующие субъекты в качестве источника информации о наличии на рабочих местах вредных производственных факторов, уровни которых требуют контроля на предмет соответствия гигиеническим нормативам, применяют результаты специальной оценки условий труда, результаты лабораторных исследований, полученные в рамках федерального государственного контроля, производственного лабораторного контроля, документацию изготовителя (производителя), эксплуатационную, технологическую и иную документацию на машины, механизмы, оборудование, сырье и материалы, применяемые работодателем при осуществлении производственной деятельности [26].

Объектами производственного контроля за условиями труда являются рабочие места [26].

Производственный контроль за условиями труда осуществляется посредством проведения (организации) лабораторных исследований (испытаний) и измерений факторов производственной среды [26].

Лабораторные исследования и испытания организуются хозяйствующим субъектом и проводятся испытательной лабораторией (центром), принадлежащей хозяйствующему субъекту, или иной лабораторией (центром), аккредитованной в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации [26].

Номенклатура, объем и периодичность контроля за соблюдением гигиенических нормативов по уровням микроклимата, освещенности, шума, вибрации (общей и локальной), инфразвука, ультразвука, электромагнитного излучения, лазерного излучения, ультрафиолетового излучения, тяжести и напряженности трудового процесса на рабочих местах устанавливается хозяйствующими субъектами с учетом степени их влияния на здоровье работника и среду его обитания в случаях, если указанные факторы идентифицированы на рабочих местах в ходе проведения специальной оценки условий труда и/или ранее проведенного производственного лабораторного контроля, а их фактические уровни не соответствуют установленным гигиеническим нормативам, а также после проведения реконструкции, модернизации производства, технического перевооружения и капитального ремонта, проведения мероприятий по улучшению условий труда [26].

При разработке и внедрении технологических и технических мероприятий необходимо (при наличии технической возможности) устранять, предотвращать или уменьшать опасность в источнике образования и распространения вредных и (или) опасных производственных факторов [26].

Технологические и технические мероприятия должны включать в себя один или несколько из следующих средств и методов:

- изменение производственного процесса;
- отказ от операции, характеризующейся наличием вредных и опасных производственных факторов;
- механизацию и автоматизацию процессов;
- средства контроля за организацией технологического процесса, в том числе дистанционные и автоматические;
- мероприятия по снижению уровня воздействия факторов производственной среды и трудового процесса;
- применение средств коллективной защиты, направленных на экранирование, изоляцию работника;
- применение систем аварийной остановки производственных процессов, предотвращающих наступление неблагоприятных последствий;
- подбор и применение рабочего оборудования с целью снижения влияния факторов производственной среды и трудового процесса [26].

Организационные мероприятия должны обеспечивать снижение времени неблагоприятного воздействия факторов производственной среды и трудового процесса на работника [26].

Раздел XXII [26] определяет требования к организации работ с персональными электронными вычислительными машинами и копировально-множительной техникой.

Данные требования не распространяются на эксплуатацию:

- бытовых телевизоров;
- телевизионных игровых приставок;
- средств визуального отображения информации микроконтроллеров, встроенных в технологическое оборудование;
- персональных электронных вычислительных машин (персональные компьютеры) транспортных средств [26].

Площадь на одно постоянное рабочее место пользователей персональных компьютеров на базе электронно-лучевой трубки, должна составлять не менее 6 м², в помещениях культурно-развлекательных учреждений, на базе плоских дискретных экранов (жидкокристаллические, плазменные) – не менее 4,5 м² [26].

Оснащение светопроницаемых конструкций и оконных проемов должно позволять регулировать параметры световой среды в помещении [26].

Персональные компьютеры следует размещать таким образом, чтобы показатели освещенности не превышали установленных гигиенических нормативов утвержденных в соответствии с пунктом 2 статьи 38 Федерального закона «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» [26].

Приказ Минтруда России от 29.10.2021 № 771н определяет основные мероприятия по нормализации освещенности на рабочих местах:

- проведение оценки опасностей, оценки уровней профессиональных рисков, реализация мер, разработанных по результатам их проведения;
- внедрение систем автоматического контроля уровней опасных и вредных производственных факторов на рабочих местах;
- обеспечение естественного и искусственного освещения на рабочих местах, в бытовых помещениях, местах прохода работников;
- проведение обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований);
- организация и проведение производственного контроля;
- издание (тиражирование) инструкций, правил (стандартов) по охране труда;

- перепланировка размещения производственного оборудования, организация рабочих мест с целью обеспечения безопасности работников [22].

Рекомендации по классификации, обнаружению, распознаванию и описанию опасностей, утвержденные приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 31 января 2022 г. № 36, определяют примерный перечень объектов возникновения опасностей в разделе II «Машины и оборудование». К их числу относится офисная оргтехника [24].

Рекомендации по выбору метода оценки уровня профессионального риска и по снижению уровня такого риска, утвержденные приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 28 декабря 2021 г. № 926 регламентируют список контрольных вопросов по отдельным опасностям и видам работ, в частности, связанных с работой в офисе.

Основные мероприятия по нормализации световой среды:

- регулярная оценка рисков опасностей на рабочем месте;
- консультации с сотрудниками по вопросам необходимых изменений обстановки на рабочем месте;
- измерение и мониторинг основных параметров рабочей среды;
- привлечение специалистов для консультаций по планированию или изменению обстановки на рабочих местах;
- обеспечение соответствующего оборудования для каждого вида работ;
- учет эргономических факторов при проектировании (или переоснащении) рабочих мест;
- регулярное техническое обслуживание оборудования;
- перепланировка рабочих мест (с учетом эргономических факторов);
- обучение сотрудников работе с программным обеспечением;

- использование результатов технического прогресса (регулярное обновление и дополнение программного обеспечения) с дополнительным обучением сотрудников;
- инструктаж сотрудников по вопросам охраны труда на рабочем месте;
- консультации с сотрудниками по решениям, касающимся организации рабочего процесса;
- контроль влияния распорядка рабочего дня на состояние здоровья работников;
- совершенствование эргономических параметров оборудования рабочего места, особенно в отношении расстояний между монитором, рабочим столом и стулом;
- улучшение освещения, устранение отражений и бликов, падающих на мониторы;
- периодические медицинские осмотры сотрудников, особенно в целях проверки зрения и состояния опорно-двигательного аппарата [23].

2.2 Анализ показателей световой среды на рабочих местах

Гигиенические требования к освещению рабочих мест установлены санитарными правилами и нормами СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» с 1 марта 2021 года [25].

К нормативным показателям световой среды относятся:

- средняя освещенность на рабочей поверхности – отношение светового потока, падающего на элемент поверхности, к площади этого элемента, лк.

- коэффициент пульсации освещенности – критерий оценки относительной глубины колебаний освещенности в результате изменения во времени светового потока источников света, Кп, %;
- объединенный показатель дискомфорта критерий оценки дискомфортной блескости, вызывающей неприятные ощущения при неравномерном распределении яркостей в поле зрения;
- коэффициент естественной освещенности, КЕО – отношение естественной освещенности, создаваемой в некоторой точке заданной плоскости внутри помещения светом неба (непосредственным или после отражения), к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности, создаваемой светом полностью открытого небосвода, выражается в процентах.

Для общего искусственного освещения следует использовать источники света с индексом цветопередачи не менее 85% [25].

В помещениях различного функционального назначения с рабочими местами, оборудованными ПЭВМ, коэффициент пульсации не должен превышать 5% [25].

Наименьшие размеры объекта различения и соответствующие им разряды зрительных работ, указанные в соответствующей таблице, установлены при расположении объектов различения на расстоянии не более 0,5 м от глаз работающего.

При расстоянии до глаз работающего более 0,5 м разряд работ по таблице следует устанавливать с учетом углового размера объекта различения, определяемого отношением минимального размера объекта различения к расстоянию от этого объекта до глаз работающего [25].

Требования к освещению рабочих мест на промышленных предприятиях нормируются по следующим показателям.

Характеристика зрительной работы нормируется как:

- наивысшей точности;
- очень высокой точности;

- высокой точности;
- средней точности;
- малой точности;
- грубая (очень малой точности);
- работа со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах;
- общее наблюдение за ходом производственного процесса: постоянное;
- общее наблюдение за ходом производственного процесса: периодическое при постоянном пребывании людей в помещении;
- общее наблюдение за ходом производственного процесса: периодическое при временном пребывании людей в помещении;
- общее наблюдение за инженерными коммуникациями [25].

Требования к освещению рабочих мест на промышленных предприятиях представлены в таблице 5.25 СанПиН 1.2.3685-21.

Нами определено, что работа пользователей ПЭВМ относится к работам средней точности с объектом различения (толщина линии, знака) от 0,5 мм до 1 мм.

Подразряд зрительных работ для освещенности рабочих мест определяется сочетанием контраста объекта различения с фоном и светлоты фона.

Контраст объекта различения с фоном считается большим, когда объект и фон резко отличаются по яркости, средним – когда объект и фон заметно отличаются по яркости, малым, когда объект и фон мало отличаются по яркости.

Определение светлоты фона делают по светлоте поверхности, прилегающей непосредственно к объекту различения, на которой он рассматривается. Фон считается светлым при коэффициенте отражения поверхности больше 0,4, средним для того же показателя от 0,2 до 0,4, темным при коэффициенте отражения поверхности меньше 0,2.

Искусственное освещение нормируется по следующим показателям:

- освещенность при системе комбинированного освещения (всего и в том числе от общего);
- освещенность при системе общего освещения;
- сочетание нормируемых величин объединенного показателя дискомфорта UGR и коэффициента пульсации (UGR, не более и КП, %, не более).

Естественное освещение нормируется по следующим показателям:

- естественное освещение (коэффициент естественной освещенности при верхнем или комбинированном освещении);
- естественное освещение (коэффициент естественной освещенности при боковом освещении);
- совмещенное освещение (коэффициент естественной освещенности при верхнем или комбинированном освещении);
- совмещенное освещение (коэффициент естественной освещенности при боковом освещении).

Характеристики зрительной работы на основании нормативного документа для пользователей ПЭВМ по разряду зрительных работ нами определены в таблице 3.

По помещениям производственное освещение нормируется по определенным показателям (искусственное освещение – освещенность при системе комбинированного освещения (всего и в том числе от общего), освещенность при системе общего освещения, объединенный показатель дискомфорта (не более), коэффициент пульсации освещенности (не более); естественное – коэффициент естественной освещенности при верхнем или комбинированном освещении, коэффициент естественной освещенности при боковом освещении, коэффициент естественной освещенности при совмещенном освещении – верхнем, комбинированном, боковом).

Таблица 3 – Характеристика работ пользователя ПЭВМ

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристики фона	Искусственное освещение					Естественное освещение		Совмещенное освещение	
						освещенность, лк			сочетание нормируемых величин объединенного показателя дискомфорта UGR и коэффициента пульсации	КЕО еН, %				
						при системе комбинированного освещения		при системе общего освещения		при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	
						всего	в т.ч. от общего							UGR, не более
Средней точности	св. 0,5 до 1,0	IV	a	Малый	Темный	750	200	300	25	20	4,0	1,5	2,4	0,9
			б	Малый	Средний	500	200	200	25	20				
				Средний	Темный									
			в	Малый	Светлый	400	200	200	25	20				
				Средний	Средний									
				Большой	Темный									

Продолжение таблицы 3

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристики фона	Искусственное освещение					Естественное освещение		Совмещенное освещение	
						освещенность, лк		сочетание нормируемых величин объединенного показателя дискомфорта UGR и коэффициента пульсации	КЕО еН, %					
						при системе комбинированного освещения	при системе общего освещения		при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении		
													всего	в т.ч. от общего
			г	Средний	Светлый	-	-	200	25	20				
				Большой	Светлый									
				Большой	Средний									

Требования к освещению рабочих мест в помещениях общественных зданий, а также сопутствующих им производственных помещениях представлены в таблице 4. Нормирование показателей освещенности в помещениях производится для конкретной рабочей поверхности и учитывается плоскость нормирования коэффициента естественной освещенности и освещенности и высота плоскости над полом в метрах.

Нами определены основные производственные помещения, в которых расположены места пользователей ПЭВМ для конкретной организации. При сравнении таблиц 3 и 4 нами определено, что нормируемые показатели освещенности для конкретных помещений (залов персональных компьютеров) значительно выше (строже), особенно по объединенному показателю дискомфорта (не более 14) и коэффициенту пульсации освещенности (не более 5 %).

Методика проведения специальной оценки условий труда трактует, что отнесение условий труда к классу (подклассу) условий труда при воздействии световой среды осуществляется по показателю освещенности рабочей поверхности. При проведении производственного контроля класс условий труда не устанавливается. На конкретном предприятии – Общество с ограниченной ответственностью «ГазЭнергоСтрой» проведены измерения показателей освещенности на рабочих местах пользователей ПЭВМ.

Основными видами деятельности ООО «ГазЭнергоСтрой» является строительство жилых и нежилых зданий для объектов топливно-энергетического комплекса. Работники, как пользователи ПЭВМ, работают в специализированных программах, разработанных для обеспечения каждого вида строительных работ. Это работа на ПЭВМ во внутренней информационной программе организации – проверка совместно с заказчиком соответствия законченного строительства объекта. Визуальные средства отображения информации должны иметь освещение, обеспечивающее восприятие отображаемой информации с места выполнения работ [20]. Результаты ПК ООО «ГазЭнергоСтрой» представлены в таблице 5.

Таблица 4 – Характеристика освещения рабочих мест пользователей ПЭВМ в сопутствующих производственных помещениях

Помещения	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности (Г - горизонтальная, В - вертикальная) и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение		Совмещенное освещение		Искусственное освещение				
		КЕО e_n , %		КЕО e_n , %						
		при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	Освещенность, лк		при общем освещении	Объединенный показатель дискомфорта, UGR, не более	Коэффициент пульсации освещенности, Кп, %, не более
						при комбинированном освещении	при общем освещении			
						всего	от общего			
Кабинеты, рабочие комнаты, офисы, представительства	Г-0,8	3,0	1,0	1,8	0,6	400	200	300	21	15
Залы персональных компьютеров, машинописное бюро	Г-0,8	3,5	1,2	2,1	0,7	500	300	400	14	5
	экран монитора: В-1,2	-	-	-	-	-	-	не более 200	-	-
Аналитические лаборатории	Г-0,8	4,0	1,5	2,4	0,9	600	400	500	21	10

Таблица 5 – Результаты измерения и оценки освещения рабочих мест пользователей ПЭВМ ООО «ГазЭнергоСтрой»

Подразделение/должность/ рабочее место работника	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности и высота плоскости над полом, м	Совмещенное освещение		Искусственное освещение, норм./изм.					Отметка о соответствии и нормам, да/нет
		КЕО e_n , %, норм./изм.							
		при верхнем или комбиниров анном освещении норм./изм.	при боковом освещен ии	освещенность, лк		при общем освещен ии	объединенн ый показатель дискомфорта , UGR, не более	коэффицие нт пульсации освещеннос ти, Кп, %, не более	
				всего	от общего				
Дирекция по реализации проектов Север-Восток									
Делопроизводитель	Г-0,8	2,1/2,2	0,7/0,7	500/550	300/300	400/410	14/12	5/1,5	да
Директор по реализации проектов	Г-0,8	2,1/2,2	0,7/0,7	500/550	300/300	400/410	14/12	5/1,5	да
Управление по реализации проектов-1									
Руководитель проекта	Г-0,8	2,1/2,1	0,7/0,7	500/450	300/300	350	14/16	5/26,5	нет
Заместитель руководителя проектов	Г-0,8	2,1/2,1	0,7/0,7	500/450	300/300	370	14/16	5/26,5	нет

Продолжение таблицы 5

Подразделение/должность/ рабочее место работника	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности и высота плоскости над полом, м	Совмещенное освещение		Искусственное освещение, норм./изм.					Отметка о соответствии нормам, да/нет
		КЕО e _н , %, норм./изм.							
		при верхнем или комбинирова нном освещении	при боковом освещени и	освещенность, лк		объедине нный показатель дискомфо рта, UGR, не более	коэффици ент пульсации освещенно сти, Кп, %, не более		
				при комбинированном освещении	при общем освещени и				
				всего	от общего				
Начальник управления	Г-0,8	2,1/2,1	0,7/0,7	500/450	300/300	360	14/16	5/26,5	нет
Управление по реализации проектов-2									
Начальник управления	Г-0,8	2,1/2,0	0,7/0,7	500/510	300/250	400/380	14/15	5/6,5	нет
Отдел главного механика									
Руководитель группы планирования и ресурсной аналитики	Г-0,8	2,1/2,1	0,7/0,7	500/505	300/300	400/410	14/12	5/1	да
Ведущий специалист	Г-0,8	2,1/2,1	0,7/0,7	500/505	300/300	400/410	14/12	5/1	да
Группа охраны труда, промышленной безопасности и охраны окружающей среды									
Инженер по ООС (эколог)	Г-0,8	2,1/2,1	0,7/0,7	500/505	300/300	400/410	14/12	5/1	да

Продолжение таблицы 5

Подразделение/должность /рабочее место работника	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности и высота плоскости над полом, м	Совмещенное освещение		Искусственное освещение, норм./изм.					Отметка о соответст вии нормам, да/нет
		КЕО e_n , %, норм./изм.							
		при верхнем или комбинирова нном освещении	при боковом освещени и	освещенность, лк		объедине нный показатель дискомфо рта, UGR, не более	коэффициент пульсации освещенности, Кп, %, не более		
				при комбинированном освещении	при общем освещени и				
				всего	от общего				
Группа строительного контроля									
Главный специалист	Г-0,8	2,1/1,5	0,7/0,5	500/370	300/250	400/350	14/17	5/15	нет
Главный специалист	Г-0,8	2,1/1,5	0,7/0,5	500/370	300/250	400/350	14/17	5/15	нет
Ведущий инженер	Г-0,8	2,1/1,5	0,7/0,5	500/370	300/250	400/350	14/17	5/15	нет
Ведущий инженер	Г-0,8	2,1/1,5	0,7/0,5	500/370	300/250	400/350	14/17	5/15	нет
Ведущий инженер	Г-0,8	2,1/1,5	0,7/0,5	500/370	300/250	400/350	14/17	5/15	нет
Руководитель группы	Г-0,8	2,1/1,5	0,7/0,5	500/370	300/250	400/350	14/17	5/15	нет
Служба корпоративной защиты									
Начальник службы	Г-0,8	2,1/0,9	0,7/0,4	500/300	300/250	400/370	14/18	5/20	нет

Продолжение таблицы 5

Подразделение/должность /рабочее место работника	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности и высота плоскости над полом, м	Совмещенное освещение		Искусственное освещение, норм./изм.					Отметка о соответст вии нормам, да/нет
		КЕО e_n , %, норм./изм.							
		при верхнем или комбиниро ванном освещении	при боковом освещени и	освещенность, лк		при общем освещени и	объедине нный показатель дискомфо рта, UGR, не более	коэффициент пульсации освещенности, Кп, %, не более	
				всего	от общего				
Производственно-техническое управление									
Заместитель начальника управления	Г-0,8	2,1/2,1	0,7/0,7	500/505	300/300	400/410	14/12	5/1	да
Группа по контролю за ведением исполнительной и приемосдаточной документации									
Руководитель группы	Г-0,8	2,1/2,1	0,7/0,7	500/515	300/300	400/410	14/12	5/1	да
Ведущий специалист по комплектованию исполнительной документации	Г-0,8	2,1/2,1	0,7/0,7	500/515	300/300	400/410	14/12	5/1	да
Группа по учету выполненных работ									

Продолжение таблицы 5

Подразделение/должность /рабочее место работника	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности и высота плоскости над полом, м	Совмещенное освещение		Искусственное освещение, норм./изм.					Отметка о соответст вии нормам, да/нет
		КЕО e _н , %, норм./изм.							
		при верхнем или комбинирова нном освещении	при боковом освещени и	освещенность, лк		объедине нный показатель дискомфо рта, UGR, не более	коэффициент пульсации освещенности, Кп, %, не более		
				при комбинированном освещении	при общем освещени и				
				всего	от общего				
Заместитель начальника управления	Г-0,8	2,1/2,1	0,7/0,7	500/505	300/300	400/400	14/13	5/1	да
Руководитель группы - главный специалист по комплектации	Г-0,8	2,1/2,1	0,7/0,7	500/505	300/310	400/420	14/13	5/1	да
Группа управления строительством									
Главный специалист	Г-0,8	2,1/1,5	0,7/0,6	500/370	300/260	400/380	14/17	5/25	нет
Главный специалист по пусконаладочным работам	Г-0,8	2,1/1,5	0,7/0,6	500/370	300/260	400/380	14/17	5/25	нет
Главный специалист	Г-0,8	2,1/1,5	0,7/0,6	500/370	300/265	400/380	14/17	5/25	нет
Группа технического архива и рабочей документации									

Продолжение таблицы 5

Подразделение/должность /рабочее место работника	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности и высота плоскости над полом, м	Совмещенное освещение		Искусственное освещение, норм./изм.					Отметка о соответст вии нормам, да/нет
		КЕО e_n , %, норм./изм.							
		при верхнем или комбинирова нном освещении	при боковом освещени и	освещенность, лк		при общем освещени и	объедине нный показатель дискомфо рта, UGR, не более	коэффициент пульсации освещенности, Кп, %, не более	
				всего	от общего				
Специалист	Г-0,8	2,1/2,1	0,7/0,7	500/605	300/310	400/410	14/13	5/1	да
Главный специалист	Г-0,8	2,1/2,1	0,7/0,7	500/605	300/310	400/410	14/13	5/1	да

Выводы по второму разделу:

Методика оценки параметров световой среды учитывает следующие показатели:

- характеристику зрительной работы;
- наименьший или эквивалентный размер объекта различения;
- разряд зрительной работы;
- подразряд зрительной работы;
- контраст объекта с фоном;
- характеристику фона.

При измерениях определяют при естественном и искусственном освещении:

- освещенность при системе комбинированного освещения (всего и в том числе от общего);
- освещенность при системе общего освещения;
- объединенный показатель дискомфорта (не более);
- коэффициента пульсации освещенности (не более);
- естественное освещение (коэффициент естественной освещенности при верхнем или комбинированном освещении);
- естественное освещение (коэффициент естественной освещенности при боковом освещении);
- совмещенное освещение (коэффициент естественной освещенности при верхнем или комбинированном освещении);
- совмещенное освещение (коэффициент естественной освещенности при боковом освещении).

В новой методике специальной оценки условий труда при идентификации опасных и вредных производственных факторов установлено следующее требование – параметры световой среды идентифицируются как вредные и (или) опасные факторы только при выполнении прецизионных работ с величиной объектов различения менее 0,5 мм (кроме работ,

допускающих масштабирование объектов различения), при наличии слепящих источников света, при проведении работ с объектами различения и рабочими поверхностями, обладающими направленно-рассеянным и смешанным отражением, при осуществлении подземных работ, в том числе работ по эксплуатации метрополитена, что позволяет производить оценку освещенности рабочих мест пользователей ПЭВМ только в рамках производственного контроля и оценки профессиональных рисков.

Нормативные значения освещенности рабочей поверхности E_n (для искусственного освещения рабочих мест) установлены в таблице 5.24 «Требования к освещению рабочих мест на промышленных предприятиях» и в таблице 5.25 «Требования к освещению рабочих мест в помещениях общественных зданий, а также сопутствующих им производственных помещениях» СанПиН 1.2.3685-21.

При проведении производственного контроля по фактору освещенности на рабочих местах пользователей ПЭВМ ООО «ГазЭнергоСтрой» установлено несоответствие нормам в управлениях реализации проектов – 1, 2, группах строительного контроля, корпоративной защиты, управления строительством, что потребует разработки корректирующих мероприятий и внедрения новых технологий производственного освещения.

В соответствии со статьей 5.27.1. [7] нарушение государственных нормативных требований охраны труда, содержащихся в федеральных законах и иных нормативных правовых актах Российской Федерации влечет предупреждение или наложение административного штрафа на должностных и юридических лиц.

3 Исследование влияния параметров световой среды на утомление персонала

3.1 Планирование и реализация корректирующих мероприятий

При планировании и реализации корректирующих мероприятий используем рекомендации по выбору метода оценки уровня профессионального риска и по снижению уровня такого риска. Опасности на рабочих местах пользователей ПЭВМ представлены в таблице 6 [23].

Таблица 6 – Контрольные вопросы по опасностям при работе в офисе по группе строительного контроля

Вопросы	Да	Нет
Обстановка на рабочем месте		
Содержится ли напольное покрытие в безопасном состоянии (без углублений и предметов, препятствующих передвижению)?	да	-
Соответствует ли микроклимат (температура, влажность и проветривание) установленным нормам)?	да	-
Соответствует ли размер помещения количеству сотрудников, работающих в нем, с учетом установленных норм?	да	-
Имеется ли в помещении естественное освещение?	да	-
Оборудованы ли окна экранами, козырьками или шторами для устранения (или ограничения) светового потока, попадающего на мониторы?	-	нет
Отбрасывают ли источники света, окна, двери, лакированная мебель или стены блики на компьютерные мониторы?	да	-
Отвлекает ли внимание и мешает ли устному общению посторонний шум?	-	нет
Ограничивают ли проложенные в помещении провода и кабели свободное перемещение сотрудников, создают ли они опасность падения?	-	нет
Достаточно ли у сотрудников рабочего пространства для свободной смены рабочей позы?	да	-
Обеспечиваются ли регулярная уборка и обслуживание помещения?	да	-
Есть ли в наличии в помещении набор для оказания первой помощи, и обучены ли сотрудники его применению?	да	-

Продолжение таблицы 6

Вопросы	Да	Нет
Обозначены ли маршруты эвакуации и запасные выходы и поддерживаются ли они свободными для доступа?	да	-
Устройства визуального отображения (мониторы) и компьютерная техника		
Являются ли изображения на мониторах четкими, хорошо различимыми, достаточного размера с достаточным расстоянием между строк?	да	-
Сохраняют ли изображения на мониторах стабильность, не вибрируют, не размыты и не дрожат?	да	-
Может ли пользователь самостоятельно отрегулировать яркость и контрастность монитора?	да	-
	да	-
Можно ли отрегулировать расположение монитора в соответствии с индивидуальными предпочтениями пользователя, например, наклонить и закрепить в этом положении?	да	-
Обеспечивает ли общее и местное освещение необходимую освещенность в помещении и достаточную контрастность монитора и фона экрана?	-	нет
Размещен ли монитор на расстоянии от глаз пользователя на расстоянии 50 - 80 см?	да	-
Защищен ли монитор от попадания на него бликов и иного отраженного света, способного ухудшить восприятие информации?	-	нет
Отделена ли клавиатура от монитора? Может ли пользователь удобно расположить кисти рук, руки и туловище при работе?	да	-
Достаточно ли места перед клавиатурой и мышью для удобного расположения кистей рук?	да	-
Располагаются ли клавиатура и мышь в непосредственной близости друг от друга?	да	-
Находятся ли клавиатура и мышь на одном уровне?	да	-
Является ли поверхность клавиатуры матовой для предотвращения бликов?	да	-
Легко ли различимы символы на клавишах клавиатуры?	-	нет
Легко ли читаются символы на клавишах клавиатуры при правильной рабочей позе?	-	нет
Оборудование рабочего места		
Устойчив ли рабочий стул? Обеспечивает ли он свободное передвижение и удобное расположение тела?	да	-

Продолжение таблицы 6

Вопросы	Да	Нет
Легко ли регулируется высота стула?	да	-
Регулируется ли высота спинки стула?	да	-
Имеются ли подлокотники, если они необходимы?	да	-
Имеется ли подставка для ног, если она необходима?	да	-
Можно ли дотянуться до оборудования и других часто используемых предметов, не поворачивая головы и туловища?	да	-
Обеспечивает ли высота рабочего стола подвижность ног, включая бедра?	да	-
Регулируется ли подставка для документов?	да	-
Можно ли закрепить подставку для документов в удобной для сотрудника позиции?	да	-
Работа человека с машиной (эргономика программного обеспечения)		
Соответствует ли программное обеспечение задачам, стоящим перед сотрудниками?	да	-
Можно ли настроить уровень программного обеспечения под начинающего пользователя?	да	-
Предоставляется ли сотрудникам программное обеспечение с руководством пользователя и системой справки на родном языке пользователя?	да	-
Предоставляет ли программное обеспечение информацию в виде, адаптированном под конкретного пользователя?	да	-
Предоставляется ли пользователю техническая поддержка при возникновении сложностей, связанных с использованием программного обеспечения?	да	-
Организация рабочего процесса		
Может ли сотрудник делать необходимые перерывы или менять вид работы при длительной работе с компьютером?	-	нет
Превышает ли реальное время работы с компьютером шести часов в день?	да	-
Получают ли сотрудники различные по типу задания?	да	-
Могут ли сотрудники сами определять порядок, в котором они выполняют порученные им задания?	-	нет
Ощущают ли сотрудники чрезмерное напряжение в связи с необходимостью обеспечить достижение высоких целей или соблюдение жестких сроков	да	-

Продолжение таблицы 6

Вопросы	Да	Нет
выполнения работ?		
Предоставляет ли работодатель необходимую информацию и обучение, проводит ли обсуждение перед оснащением, переоснащением или совершенствованием рабочих мест, на которых используется компьютерная техника?	да	-
Снижение опасности для здоровья		
Уделяется ли достаточное внимание жалобам сотрудников на ухудшение зрения?	-	нет
Проводится ли систематическая проверка зрения сотрудников (в соответствии с требованиями национального законодательства)?	да	-
Если в результате осмотра офтальмологом выясняется, что очки или контактные линзы сотрудника не подходят для работы с мониторами, предоставляются ли сотруднику очки, обеспечивающие хорошую видимость?	-	нет
Если сотрудники жалуются на боли в области опорно-двигательного аппарата (в шее, спине, плечах, ногах), осуществляется ли эргономическая оценка рабочих мест?	да	-

При проведении анализа ответов на контрольные вопросы пользователей ПЭВМ по группе строительного контроля (главный специалист, ведущие инженеры, руководитель группы установлены следующие нарушения:

- окна в помещении не оборудованы экранами, козырьками или шторами для устранения (или ограничения) светового потока, попадающего на мониторы;
- источники света, окна отбрасывают блики на компьютерные мониторы;
- общее и местное освещение не обеспечивает необходимую освещенность в помещении и достаточную контрастность монитора и фона экрана (по данным производственного контроля);

- монитор не защищен от попадания на него бликов и иного отраженного света, способного ухудшить восприятие информации;
- символы на клавишах клавиатуры не всегда легко различимы (черная клавиатура);
- символы на клавишах клавиатуры при правильной рабочей позе не всегда легко читаются;
- сотруднику не установлены необходимые перерывы или менять вид работы при длительной работе с компьютером;
- реальное время работы с компьютером превышает шесть часов в день;
- сотрудники не могут сами определять порядок, в котором они выполняют порученные им задания;
- сотрудники ощущают чрезмерное напряжение в связи с необходимостью обеспечить соблюдение жестких сроков выполнения работ;
- не уделяется достаточное внимание жалобам сотрудников на ухудшение зрения;
- не предоставляются сотруднику очки, обеспечивающие хорошую видимость, если в результате осмотра офтальмологом выясняется, что очки или контактные линзы сотрудника не подходят для работы с мониторами.

С учетом всех нарушений, выявленных в процессе опроса сотрудников (пользователей ПЭВМ) группы производственного контроля с использованием матричного метода оценки рисков были составлены карты оценки уровней профессиональных рисков для должностей: главного специалиста, ведущего инженера, руководителя группы.

Карта оценки профессионального риска по производственному фактору недостаточной освещенности рабочего места ведущего инженера (пользователя ПЭВМ) представлена в таблице 7 с учетом мер управления профессиональным риском до и после оценки [23].

Таблица 7 – Карта оценки профессионального риска ведущего инженера

На момент оценки							Оценка уровня риска	Планирование			
выполняемая работа (опасная ситуация)	код опасн ости	наименование опасности/наименование риска от опасности	существующие меры управления профессиональным риском			величин а риска (произве дение тяжести и частоты возникн ования)		дополнительные меры управления (при необходимости)		ожидае мый результат снижения риска (остаточ ный риск)	
			меры снижения риска (технические)	меры снижения риска (организацио нные)	оцен ка мер управ лени я			низкий	меры снижения риска (технические)		меры снижения риска (организац ионные)
								умеренный			
Работа с компьютером (группа строительного контроля)	17	офисная оргтехника/отсутствие или недостатки необходимого и искусственного освещения, повышенная пульсация светового потока/нагрузка на зрительный аппарат/снижение зрения (выявление профессионального заболевания при периодическом медицинском осмотре)	проведение производственного контроля условий труда на рабочих местах пользователей ПЭВМ	проведение инструктажей по охране труда, разработка инструкций по охране труда для пользователей ПЭВМ	1	15	умеренный	улучшение освещения, устранение отражений и бликов, падающих на мониторы за счет внедрения (установки) светильников нового типа	контроль влияния распорядка рабочего дня на состояние здоровья работников (установление регламентированных перерывов); перепланировка рабочих мест с учетом эргономических факторов	5	

Для соблюдения работодателями требований трудового законодательства в части оценки уровней профессиональных рисков рекомендуется использовать матричный метод, заключающийся в качественной (описательной, экспертной) оценке показателей вероятности возникновения опасных событий и тяжести их последствий, который позволяет работодателю провести оценку уровня профессиональных рисков на рабочих местах с наименьшими затратами ресурсов [23].

Первый шаг – сбор информации о состоянии охраны и условий труда на рабочих местах, включающий данные:

- о расположении рабочего места и/или места проведения работ;
- о работниках, выполняющих работу, с уделением внимания молодежи, беременным женщинам, работникам с ограниченными возможностями, подрядчикам, посетителям;
- о применяемых оборудовании, материалах и сырье;
- о ранее выявленных опасностях;
- о принятых защитных мерах;
- о зарегистрированных несчастных случаях и профессиональных заболеваниях;
- о результатах специальной оценки условий труда;
- о законодательных и иных требованиях, предъявляемых к рабочим местам [23].

Второй шаг – формирование перечня (реестра) опасностей по видам работ, рабочим местам, профессиям или структурным подразделениям в зависимости от потребностей работодателя и особенностей производственных процессов конкретного предприятия [23].

Третий шаг – оценка рисков от выявленных опасностей (оценка вероятности и степени тяжести возможных последствий). На этом этапе рекомендуется определить критерии степени тяжести и вероятности наступления негативного события [23].

Четвертый шаг – разработка мер по устранению опасностей и снижению уровней профессиональных рисков. При профессиональном риске экспертно оцененном как высокий, принимаются срочные меры по его снижению. Если профессиональный риск экспертно оценен как умеренный, рекомендуется сформировать план мероприятий по его снижению. Профессиональные риски, оцененные экспертно как низкие или малозначимые, не требуют выполнения дополнительных мероприятий, но требуют фиксации действующих мер контроля таких профессиональных рисков, обеспечивающих недопущение повышения их уровня [23].

Разработку мер управления/снижения уровней профессиональных рисков рекомендуется осуществлять с учетом значимости (приоритетности) выявленных рисков, а также эффективности следующих защитных мер:

- устранение опасности в источнике;
- замена опасной работы менее опасной;
- реализация инженерных (технических) методов ограничения интенсивности воздействия опасностей на работников;
- реализация административных методов ограничения времени воздействия опасностей на работников;
- использование средств индивидуальной защиты [23].

Пятый шаг – документирование процедуры оценки уровня профессиональных рисков с составлением перечня (реестра) всех выявленных опасностей, для каждой из которых фиксируются:

- результаты оценки уровня профессионального риска, связанного с каждой опасностью; перечень мероприятий, запланированных для снижения уровней высоких и умеренных (по экспертным оценкам) профессиональных рисков и недопущения их повышения;
- действующие предупредительные и защитные меры [23].

В таблице 8 представлена разработанная нами регламентирующая процедура разработки мероприятий по нормализации световой среды пользователей ПЭВМ в ООО «ГазЭнергоСтрой».

Таблица 8 – Регламентирующая процедура разработки мероприятий по нормализации световой среды пользователей ПЭВМ в ООО «ГазЭнергоСтрой»

Действие (процесс)	Ответственный	Исполнитель	Документ на входе	Документ на выходе	Примечание
Разработка плана мероприятий по нормализации световой среды пользователей ПЭВМ в ООО «ГазЭнергоСтрой»	директор по реализации проектов ООО «ГазЭнергоСтрой»	инженер по охране окружающей среды (эколог) ООО «ГазЭнергоСтрой»	ФЗ от 30.03.1999 № 52 «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» [16]; ФЗ от 30.12.2001 № 197 «Трудовой кодекс Российской Федерации» [35]; СП 2.2.3670-20 Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда [26]; СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания [25]; приказ Минтруда России от 28.12.2021 № 926 «Об утверждении Рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков» [23]; приказ Минтруда России от 31.01.2022 № 36 «Об утверждении Рекомендаций по классификации, обнаружению, распознаванию и описанию опасностей» [24]	проект Плана управления рисками (перечень реализуемых мероприятий по улучшению условий и охраны труда, ликвидации или снижению уровней профессиональных рисков либо недопущению повышения их уровней на рабочих местах пользователей ПЭВМ) ООО «ГазЭнергоСтрой»	5 рабочих дней

Продолжение таблицы 8

Действие (процесс)	Ответственный	Исполнитель	Документ на входе	Документ на выходе	Примечание
Согласование плана мероприятий по нормализации световой среды пользователей ПЭВМ в ООО «ГазЭнергоСтрой»	инженер по охране окружающей среды (эколог) ООО «ГазЭнергоСтрой»	руководители структурных подразделений ООО «ГазЭнергоСтрой» (управлений и групп)	проект Плана управления рисками (перечень реализуемых мероприятий по улучшению условий и охраны труда, ликвидации или снижению уровней профессиональных рисков либо недопущению повышения их уровней на рабочих местах пользователей ПЭВМ) ООО «ГазЭнергоСтрой»	согласованный проект Плана управления рисками (перечень реализуемых мероприятий по улучшению условий и охраны труда, ликвидации или снижению уровней профессиональных рисков либо недопущению повышения их уровней на рабочих местах пользователей ПЭВМ) ООО «ГазЭнергоСтрой»	5 рабочих дней
Утверждение плана мероприятий по нормализации световой среды пользователей ПЭВМ в ООО «ГазЭнергоСтрой»	директор по реализации проектов ООО «ГазЭнергоСтрой»	директор по реализации проектов ООО «ГазЭнергоСтрой»	согласованный проект Плана управления рисками (перечень реализуемых мероприятий по улучшению условий и охраны труда, ликвидации или снижению уровней профессиональных рисков либо недопущению повышения их уровней на рабочих местах пользователей ПЭВМ) ООО «ГазЭнергоСтрой»	Утвержденный План управления рисками (перечень реализуемых мероприятий по улучшению условий и охраны труда, ликвидации или снижению уровней профессиональных рисков либо недопущению повышения их уровней на рабочих местах пользователей ПЭВМ) ООО «ГазЭнергоСтрой»	3 рабочих дня

Регламентирующая процедура разработки мероприятий по нормализации световой среды пользователей ПЭВМ в ООО «ГазЭнергоСтрой» включает следующие процессы:

- разработку;
- согласование;
- утверждение.

В результате в организации принимается и исполняется План управления рисками (перечень реализуемых мероприятий по улучшению условий и охраны труда, ликвидации или снижению уровней профессиональных рисков либо недопущению повышения их уровней на рабочих местах пользователей ПЭВМ) ООО «ГазЭнергоСтрой».

Ответственными лицами и исполнителями процессов являются:

- директор по реализации проектов ООО «ГазЭнергоСтрой»;
- инженер по охране окружающей среды (эколог) ООО «ГазЭнергоСтрой»;
- руководители структурных подразделений ООО «ГазЭнергоСтрой» (управлений и групп).

Нами разработаны следующие локальные нормативные акты (формы документов) для ООО «ГазЭнергоСтрой» по нормализации световой среды пользователей ПЭВМ:

- план управления рисками (перечень реализуемых мероприятий по улучшению условий и охраны труда, ликвидации или снижению уровней профессиональных рисков либо недопущению повышения их уровней на рабочих местах пользователей ПЭВМ) ООО «ГазЭнергоСтрой»;
- инструкция по охране труда для пользователей ПЭВМ в ООО «ГазЭнергоСтрой»;
- план-график проведения производственного контроля по условиям труда на рабочих местах пользователей ПЭВМ.

Для составления плана нам необходимо выполнить следующие процедуры:

- анализ текущей ситуации (аудит, проблемы, риски, несчастные случаи, профессиональные заболевания, расходы, предложения);
- определение критериев для подбора мероприятий (ресурсы, предписания);
- разработку мероприятий; установление сроков и ответственных;
- оценку ресурсов (материальных и финансовых, привлечение внешних специалистов);
- мониторинг и оценку (система мониторинга, оценка результатов, корректирующие мероприятия).

План управления рисками на рабочих местах пользователей ПЭВМ (ведущего инженера группы строительного контроля), включающий мероприятия по нормализации световой среды в ООО «ГазЭнергоСтрой» представлен в таблице 9.

В соответствии с Приказом Минтруда России от 29.10.2021 № 772н инструкция по охране труда для работника разрабатывается исходя из его должности или профессии, направления трудовой деятельности или вида выполняемой работы [21].

Разработка инструкций по охране труда работодателем осуществляется на основе установленных государственных нормативных требований охраны труда и требований разработанных работодателем правил (при наличии), а также на основе анализа трудовой функции работников по профессии, должности, виду и составу выполняемой работы, для которых разрабатывается инструкция по охране труда [21], [27].

Инструкция по охране труда для работников – пользователей ПЭВМ и план-график производственного контроля условий труда по фактору освещенности на рабочих местах ООО «ГазЭнергоСтрой» представлены в таблицах 10, 11.

Таблица 9 – План управления рисками на рабочих местах пользователей ПЭВМ по группе строительного контроля в ООО «ГазЭнергоСтрой»

Наименование РМ	Номер опасности по перечню	Наименование опасности по перечню	Значимость (категория) риска	Содержание мероприятий	Источник финансирования мероприятий	Срок выполнения мероприятий		Должность, ФИО, подпись ответственного лица за выполнение мероприятий	Отметка о выполнении мероприятий	Должность, ФИО, подпись специалиста ООТ	Примечание
						план	факт				
Ведущий инженер (группа строительного контроля)	17	отсутствие или недостатки необходимого естественного и искусственного освещения, повышенная пульсация светового потока	умеренный	перепланировка рабочих мест с учетом эргономических факторов (по улучшению естественного освещения); устранение отражений и бликов, падающих на мониторы за счет внедрения (установки) светильников нового типа на основе светодиодов (повышение искусственного освещения, снижение пульсации светового потока); установление регламентированных перерывов по 15 мин. в конце каждого часа работы на ПЭВМ	собственные средства	3 кв. 2025 г.	3 кв. 2025 г.	директор по реализации проектов ООО «ГазЭнергоСтрой», главный механик, руководитель группы строительного контроля	выполнено/ не выполнено	инженер по охране окружающей среды (эколог) ООО «ГазЭнергоСтрой»	ознакомление работников в течение 3-х рабочих дней

Таблица 10 – Требования инструкции по охране труда для пользователей ПЭВМ

Наименование раздела инструкции	Краткое содержание раздела
Общие требования охраны труда	в процессе выполнения трудовых функций на пользователей ПЭВМ возможно воздействие следующих вредных и опасных факторов производственной среды: опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий; отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения; отсутствие или недостатки необходимого искусственного освещения; повышенная яркость света; пониженная световая и цветовая контрастность; прямая и отраженная блескость; повышенная пульсация светового потока; нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса (умственное перенапряжение, в том числе вызванное информационной нагрузкой, перенапряжение анализаторов, в том числе вызванное информационной нагрузкой; эмоциональные перегрузки)
Требования охраны труда перед началом работы	подготовить рабочее место. Площадь на одно постоянное рабочее место пользователей персональных компьютеров на базе электронно-лучевой трубки, должна составлять не менее 6 м², на базе плоских дискретных экранов (жидкокристаллические, плазменные) - не менее 4,5 м². Оснащение светопроницаемых конструкций и оконных проемов должно позволять регулировать параметры световой среды в помещении. Все ПК (видеомониторы) и копировально-множительная техника должны иметь гигиенический сертификат. Помещение с персональными компьютерами должны оборудоваться системами отопления, кондиционирования воздуха или эффективной вентиляцией воздуха. Помещения с персональными компьютерами должны иметь естественное и искусственное освещение. Устанавливать компьютер на рабочем месте необходимо таким образом, чтобы солнечные лучи не падали на экран. Рекомендуется на окна вешать жалюзи или портьеры из плотной ткани. Для освещенности рабочего места в качестве источников света при искусственном освещении должны применяться преимущественно люминесцентные лампы типа ЛБ. Допускается установка светильников местного освещения для подсветки документов. Местное освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана и увеличивать освещенность экрана. С целью уменьшения отрицательного влияния монотонности и для снижения напряженности труда целесообразно равномерное распределение нагрузки и характера деятельности - работы за компьютером с другой работой. Для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранения здоровья профессиональных пользователей на протяжении рабочей смены должны устанавливаться регламентированные перерывы.
Требования охраны труда во время работы	выполнять при работе требования, изложенные в руководстве по эксплуатации компьютера. Питание на процессор следует подавать после включения всех периферийных устройств. После работы первым должен выключаться процессор. При появлении неисправностей прекратить работу, компьютер отключить от электросети (или поступить в соответствии с требованиями руководства по эксплуатации). Сообщить об этом руководителю работ или техническому персоналу, до устранения неисправностей компьютер не включать. Работающим с персональными компьютерами и копировально-множительной техникой запрещается:

Продолжение таблицы 10

Наименование раздела инструкции	Краткое содержание раздела
	производить действия, противоречащие руководству по эксплуатации компьютера и копировально-множительной техники; снимать во время работы щитки и кожухи электронных устройств; производить ремонт компьютера и копировально-множительной техники, не имея соответствующих навыков и подготовки; При работе с текстами на бумаге листы надо располагать как можно ближе к экрану, чтобы избежать частых движений головой и глазами при переводе взгляда. Подставку с документами необходимо установить в одной плоскости с экраном и на одной с ним высоте.
Требования охраны труда в аварийных ситуациях	при возникновении аварийной ситуации на рабочем месте работающий с персональным компьютером обязан работу прекратить, отключить электроэнергию, сообщить руководителю и принять меры к ликвидации создавшейся ситуации. В случае возникновения пожара отключить компьютер от электросети, вызвать пожарную охрану и приступить к тушению пожара имеющимися средствами пожаротушения. При наличии травмированных устранить воздействие повреждающих факторов, угрожающих здоровью и жизни пострадавших (освободить от действия электрического тока, погасить горящую одежду и т.д.), оказать первую помощь, вызвать скорую медицинскую помощь или врача, либо принять меры для транспортировки пострадавшего в ближайшее лечебное учреждение, сохранить, по возможности, обстановку на месте происшествия, сообщить о случившемся руководителю. О каждой ситуации, угрожающей жизни и здоровью людей, и о каждом произошедшем несчастном случае работник обязан немедленно известить своего непосредственного руководителя.
Требования охраны труда по окончании работы	после окончания работы необходимо обесточить все средства вычислительной техники и периферийное оборудование. Осмотреть и привести в порядок рабочее место. Закрыть окна, выключить свет, закрыть двери. Сообщить непосредственному руководителю о неисправностях оборудования, оргтехники, иных недостатках, влияющих на безопасность труда, обнаруженных во время работы.

Таблица 11 – План-график производственного контроля по условиям труда (освещенности рабочих мест пользователей ПЭВМ) в ООО «ГазЭнергоСтрой» в 4-ом квартале 2025 года

Подразделение/должность /рабочее место работника	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности и высота плоскости над полом, м	Совмещенное освещение		Искусственное освещение, норм./изм.					Отметка о соответст вии нормам, да/нет
		КЕО e_n , %, норм./изм.							
		при верхнем или комбинирова нном освещении	при боковом освещени и	освещенность, лк		объедине нный показатель дискомфо рта, UGR, не более	коэффициент пульсации освещенности, Кп, %, не более		
				при комбинированном освещении					
				всего	от общего				
Группа строительного контроля									
Главный специалист	Г-0,8	2,1/	0,7/	500/	300/	400/	14/	5/	-
Главный специалист	Г-0,8	2,1/	0,7/	500/	300/	400/	14/	5/	-
Ведущий инженер	Г-0,8	2,1/	0,7/	500/	300/	400/	14/	5/	-
Ведущий инженер	Г-0,8	2,1/	0,7/	500/	300/	400/	14/	5/	-
Ведущий инженер	Г-0,8	2,1/	0,7/	500/	300/	400/	14/	5/	-
Руководитель группы	Г-0,8	2,1/	0,7/	500/	300/	400/	14/	5/	-

Решая вопросы нормализации световой среды пользователей ПЭВМ, нами были изучены современные исследования зарубежных ученых в области светодиодов [37].

С неуклонным снижением стоимости компонентов будущее твердотельного освещения больше не сосредоточено исключительно на эффективности.

Одной из новых тенденций в области полупроводникового освещения будущего является цветовая или спектрально настраиваемая подсветка для удовлетворения потребностей здоровья (например, циркадного ритма), внутри помещений и специального освещения. Настраиваемое по цвету, освещение также повышает универсальность полупроводникового освещения, позволяя интегрировать освещение с фасадами зданий (например, окнами и внутренними стенами), информационными дисплеями и беспроводными коммуникационными сетями. Чтобы удовлетворить эти потребности, светодиодный светильник должен состоять из нескольких цветовых каналов с индивидуальной адресацией, а также оптики для смешивания цветов, позволяющей динамически настраивать выходной цвет или спектр.

На сегодняшний день органические светодиоды значительно продвинулись в достижении этой цели по сравнению со светодиодами на основе нитрида галлия. Однако оптическая интенсивность органических светодиодов ограничена, что требует использования большого устройства, что увеличивает их стоимость. Новая светодиодная матрица, состоящая из индивидуально адресуемых цветовых каналов, уделяет особое внимание возможности настройки спектра для освещения с возможностью настройки цвета, прозрачности при освещении окон и быстрому динамическому отклику для интеграции с отображением данных и коммуникацией. Демонстрируется возможность интеграции красного, зеленого и синего цветовых каналов на кристалле, сохраняя при этом хорошую прозрачность. Существуют технологические проблемы, характерные только для

наноструктурированных светодиодов, которые необходимо преодолеть, чтобы обеспечить требуемые характеристики твердотельного освещения следующего поколения.

Основное внимание в этой работе уделяется монолитной интеграции нескольких цветных светодиодов с индивидуальной адресацией. Эта технология также очень актуальна для новых приложений дополненной реальности. Были предложены различные подходы для сборки нескольких микросветодиодных устройств и материалов на одной подложке, включая массовый перенос, многослойные квантовые ямы, гетерогенную интеграцию квантовых точек, эпитаксию с выборочной площадью, перенос тонких пленок на уровне пластины в сочетании с эпитаксиальным разрастанием и локальная деформационная инженерия. Строительным блоком является наностолбчатый светодиод, состоящий из высокоплотной матрицы гетероструктур типа «точка в проводе». По вертикали структура «точка в проводе» идентична структуре обычного тонкопленочного светодиода, в то время как по горизонтали размеры отдельных структур составляют от 100 нм до 1 мкм. Цвет настраивается путем регулирования напряжения в наностолбиках, то есть путем изменения диаметра отдельных наностолбиков.

Были продемонстрированы хорошие результаты смешивания цветов даже без использования какой-либо внешней оптики. Однако детальное изучение электронных и динамических свойств, а также взаимосвязи нескольких цветовых каналов большой площади не проводилось. Это включает в себя чередование нескольких цветовых каналов для получения однородного результата смешивания цветов, возможные перекрестные помехи между различными цветовыми каналами при индивидуальной модуляции, анализ электрических характеристик и энергоэффективности, а также стратегии улучшения. Эти свойства важны для применения наностержневых светодиодов для освещения с возможностью спектральной настройки и за ее пределами.

Таким образом, был изготовлен и охарактеризован настраиваемый по цвету светодиодный чип, состоящий из множества цветовых каналов, каждый из которых соединяет ряд наностержневых светодиодных пикселей. При разработке чипа использовалась технология локального деформирования для достижения совместной монолитной интеграции красного, зеленого и синего цветовых каналов, что упрощает изготовление и схему электрических соединений, а также улучшает оптическую прозрачность. Интеграция красного, зеленого и синего цветовых каналов в микромасштабе также упрощает смешивание цветов даже при большом угле обзора. Результаты показывают, что каждый цветовой канал демонстрирует хорошую чистоту цвета и равномерную яркость, незначительные перекрестные помехи даже при использовании пассивной матрицы и равномерную прозрачность ($>50\%$) во всем видимом спектре. Дизайн можно легко масштабировать до большего количества цветов, просто добавив массивы наностолбиков разного диаметра. Благодаря этим усовершенствованиям светодиоды нанополяр могут стать подходящими для будущего освещения с возможностью настройки цвета и интеграции освещения с окнами, дисплеями данных и системой передачи данных.

Управление современными источниками света и осветительными приборами, предназначенными для производственного освещения, должно строиться на принципе энергоэффективности.

ГОСТ Р 59294-2021 устанавливает требования к минимально допустимому уровню энергоэффективности электрических источников света (ламп), осветительных приборов и систем искусственного освещения [6].

Применение требований к энергоэффективности источников света осуществляется с учетом следующих условий:

- если в технической документации не указано иное, то значения параметров световой отдачи должны соответствовать указанным требованиям после 100 ч работы для любых газоразрядных ламп и после 0 ч работы для светодиодных ламп или ламп накаливания

общего назначения (без учета времени тепловой стабилизации лампы, выполняемой перед проведением испытания);

- если номинальная мощность лампы отличается от нормативной, то лампа должна иметь световую отдачу, определяемую методом линейной интерполяции;
- если номинальная мощность лампы превышает значение, максимальное из нормативных значений номинальной мощности, то требования к ее световой отдаче определяются исходя из значений, соответствующих максимальному значению номинальной мощности;
- если номинальная мощность лампы меньше значения, минимального из нормативных значений мощности, то требования к ее световой отдаче определяются исходя из значений, соответствующих минимальному значению номинальной мощности.

Требования к энергоэффективности светодиодных ламп направленного света со встроенными устройствами управления [6].

- минимальное нормированное значение световойдачи светодиодных ламп направленного света со встроенными устройствами управления должно быть не менее 80 лм/вт;
- светодиодные лампы направленного света со встроенными устройствами управления с общим индексом цветопередачи не менее 90 должны соответствовать минимальному нормированному значению световойдачи, указанному в нормативах, не менее чем на 90%;
- светодиодные лампы направленного света со встроенными устройствами управления с возможностью регулирования светового потока вне зависимости от значений общего индекса цветопередачи должны соответствовать минимальному нормированному значению

световой отдачи, указанному в нормативах, не менее чем на 90% при максимальном световом потоке [6].

Требования к энергоэффективности осветительных приборов со светодиодами установлены в таблице 12.

Таблица 12 – Энергоэффективность ОП со светодиодами

Назначение	Конструкция	Номинальная мощность, Вт	Минимальные нормированные значения световойдачи, лм/Вт
Осветительные приборы для общественных и производственных помещений	диффузный рассеиватель	не более 25	95
		более 25	105
	прозрачный (призматический) рассеиватель	не более 25	100
		более 25	105
	с открытым выходным отверстием	не более 25	100
		более 25	110
	малогабаритный встраиваемый	более 5	85

Дополнительными мерами по повышению энергоэффективности систем искусственного освещения общественных зданий, производственных и складских помещений установлено, что при проектировании систем искусственного освещения общественных зданий, производственных и складских помещений площадью более 50 м² должна быть предусмотрена возможность управления (вкл/выкл или вкл/выкл/диммирование) освещением в автоматическом режиме по сигналам таймеров, астрономических часов, датчиков присутствия, датчиков освещенности или сигналам иных систем управления зданием, определяющих отсутствие людей в помещениях [6].

Требованиям энергоэффективности удовлетворяет беспроводная система управления освещением INTEGRA.

Основные преимущества управления освещением данной системы:

- дистанционный контроль (возможность управления отдельно одним светильником, группой светильников или всем освещением сразу);
- масштабирование системы (всегда есть возможность увеличить количество подключаемого оборудования); автоматическая работа (одноразовая настройка системы и автоматическое управление светильниками);
- надежность системы (при выходе из строя одного устройства система продолжит функционировать);
- интеграция (возможность интеграции с другими системами управления (например, автоматизированной системой коммерческого учета электроэнергии);
- не требует лицензирования (система не требует получения частотных разрешений и государственных регистраций);
- интуитивно понятный интерфейс (для управления разработано максимально простое и удобное программное обеспечение);
- безопасность системы (система использует свой собственный шифрованный канал связи).

Кроме того, данная система обеспечивает:

- регулирование уровня освещенности от 0% до 100%;
- объединение светильников в группы (зоны);
- создание сценария управления для каждой группы;
- web-доступ к интерфейсу управления;
- создание календаря на неделю с разбивкой на временные интервалы;
- полную совместимость со светильниками PromLED.

PromLED – российское производство светодиодных светильников (г. Санкт-Петербург). Светодиодный светильник PromLED Офис Комфорт 10 IP40 CRI80 3000K Опал 595x295x33мм имеет высокую световую отдачу; индивидуальную пластиковую линзу на каждом светодиоде, легкий и компактный по высоте штампованный корпус из стали, SMD-светодиоды.

Беспроводная система управления освещением INTEGRA позволяет управлять освещением рабочих мест пользователей ПЭВМ автоматически, без участия оператора. Таким образом, на рабочих местах пользователей ПЭВМ группы строительного контроля были проведены измерения показателей освещенности после проведения корректирующих мероприятий.

Результаты производственного контроля по условиям труда по фактору освещенности рабочих мест пользователей ПЭВМ в ООО «ГазЭнергоСтрой» при внедрении системы INTEGRA представлены в таблице 13. Карта оценки профессионального риска ведущего инженера после внедрения корректирующих мероприятий представлена в таблице 14. Риск низкий, не требует дополнительных мероприятий. Результаты устранения нарушений:

- окна в помещении оборудованы шторами для устранения (или ограничения) светового потока, попадающего на мониторы;
- источники света, окна не отбрасывают блики на компьютерные мониторы;
- общее и местное освещение обеспечивает необходимую освещенность в помещении и достаточную контрастность монитора и фона экрана (по данным производственного контроля);
- монитор защищен от попадания на него бликов и иного отраженного света, способного ухудшить восприятие информации;
- символы на клавишах клавиатуры при правильной рабочей позе легко читаются;
- сотруднику установлены необходимые перерывы при длительной работе с компьютером.

Таблица 13 – Результаты производственного контроля по условиям труда (освещенности рабочих мест пользователей ПЭВМ группы строительного контроля) в ООО «ГазЭнергоСтрой» при внедрении системы INTEGRA

Подразделение/должность /рабочее место работника	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности и высота плоскости над полом, м	Совмещенное освещение		Искусственное освещение, норм./изм.					Отметка о соответст вии нормам, да/нет
		КЕО e _н , %, норм./изм.							
		при верхнем или комбинирова нном освещении	при боковом освещени и	освещенность, лк		при общем освещени и	объедине нный показатель дискомфо рта, UGR, не более	коэффициент пульсации освещенности, Кп, %, не более	
				при комбинированном освещении					
				всего	от общего				
Группа строительного контроля									
Главный специалист	Г-0,8	2,1/2,1	0,7/0,7	500/520	300/310	400/410	14/5	5/1	да
Главный специалист	Г-0,8	2,1/2,1	0,7/0,7	500/550	300/305	400/415	14/5	5/1	да
Ведущий инженер	Г-0,8	2,1/2,1	0,7/0,7	500/550	300/310	400/410	14/5	5/1	да
Ведущий инженер	Г-0,8	2,1/2,1	0,7/0,7	500/550	300/305	400/420	14/5	5/1	да
Ведущий инженер	Г-0,8	2,1/2,1	0,7/0,7	500/550	300/310	400/420	14/5	5/1	да
Руководитель группы	Г-0,8	2,1/2,1	0,7/0,7	500/550	300/310	400/410	14/5	5/1	да

Таблица 14 – Карта оценки профессионального риска ведущего инженера после внедрения корректирующих мероприятий

На момент оценки							Оценка уровня риска	Планирование		
выполняемая работа (опасная ситуация)	код опасн ости	наименование опасности/наименование риска от опасности	существующие меры управления профессиональным риском			величин а риска (произве дение тяжести и частоты возникн ования)		дополнительные меры управления (при необходимости)		ожидае мый результ ат сниже ния риска (остато чный риск)
			меры снижения риска (технические)	меры снижения риска (организац ионные)	оцен ка мер управ лени я			меры снижения риска (технические)	меры снижения риска (организа ционные)	
Работа с компьютером (группа строительного контроля)	17	офисная оргтехника/отсутствие или недостатки необходимого естественного и искусственного освещения, повышенная пульсация светового потока/нагрузка на зрительный аппарат/снижение зрения (выявление профессионального заболевания при периодическом медицинском осмотре)	улучшение освещения, устранение отражений и бликов, падающих на мониторы за счет внедрения (установки) светильников нового типа, внедрение беспроводной системы управления освещением INTEGRA	проведение производственного контроля условий труда на рабочих местах пользователей ПЭВМ	5	5	низкий	не требуются	организация технического обслуживания светильников и беспроводной системы управления освещением INTEGRA	0

В организации ООО «ГазЭнергоСтрой» проведены измерения показателей освещенности на рабочих местах пользователей ПЭВМ, результаты которого показали несоответствие показателей освещенности нормативным значениям (показатели освещенности при естественном, искусственном комбинированном освещении, коэффициент пульсации освещенности).

Проведение производственного контроля по условиям труда – фактору освещенности рабочих мест пользователей ПЭВМ в ООО «ГазЭнергоСтрой» и предполагаемая оценка эффективности по результатам внедрения беспроводной автоматизированной системы управления освещением INTEGRA на базе светодиодных источников света показала нормализацию и повышение эффективности светового потока для пользователей ПЭВМ.

3.2 Анализ и оценка эффективности предлагаемых мероприятий по обеспечению техносферной безопасности в организации

Для расчета показателей необходимо предварительно составить план финансового обеспечения, который представлен в таблице 15.

Таблица 15 – План финансового обеспечения мероприятия

Наименование мероприятия	Основание	Стоимость, руб.	Срок реализации	Ответственный
Внедрение беспроводной системы управления освещением INTEGRA	план мероприятий по нормализации световой среды пользователей ПЭВМ в ООО «ГазЭнергоСтрой»	1217000	4 кв. 2025 г.	директор по реализации проектов ООО «ГазЭнергоСтрой»

Смета расходов на мероприятие, представлена в таблице 16.

Таблица 16 – Смета расходов на мероприятие

Наименование оборудования и виды работ	Устройство управления светильниками, датчики освещенности, сервер сбора и обработки данных	Сопутствующее оборудование (счетчики электроэнергии, переключатели, роутеры, кабели, провода и др.)	Итого
Стоимость устанавливаемого оборудования, руб.	698000	215000	913000
Стоимость проектных работ, руб.	41000	-	41000
Стоимость монтажных работ, руб.	71000	81000	152000
Стоимость пуско-наладочных работ, руб.	54000	57000	111000
Итоговая стоимость оснащения беспроводной системы управления освещением INTEGRA, руб.	864000	353000	1217000

Экономический эффект измеряется разностью между предотвращенным ущербом и расходами на осуществление мероприятия:

$$\mathcal{E}_r = Y - Z = 2141480 - 1217000 = 924480 \text{ руб.}, \quad (1)$$

где $\mathcal{E}_r$ – годовой экономический эффект, руб.;

Y – величина годового ущерба (выплаты за смертельный НС и профзаболевания по данным организации) руб.;

Общая сумма годового ущерба по НС и ПЗ в ООО «ГазЭнергоСтрой» за 2024г. определяется компенсационной суммой выплат за смертельный несчастный случай в размере 2000000 рублей, а также единовременной выплатой за профзаболевание 141480 рублей и составляет 2141480 рублей [19].

Z – затраты на реализацию мероприятия, руб.

Основной целью расчета экономического эффекта является определение эффективности.

$$\mathcal{E} = \frac{y}{3} = \frac{2141480}{1217000} = 1,8 \quad (2)$$

где $\mathcal{E}$ – экономическая эффективность мероприятия.

Чистый доход рассчитывается по формуле:

$$\text{ЧЭЭ} = \sum \mathcal{E}_t - \mathcal{Z}_t = 2141480 - 1217000 = 924480 \text{руб.}, \quad (3)$$

где $\mathcal{E}_t$ – предотвращенный ущерб, достигнутый на t -ом шаге расчета;

$\mathcal{Z}_t$ – затраты, осуществляемые на этом шаге, включая капитальные вложения.

Чистый дисконтированный доход ЧДД – это накопленный дисконтированный эффект за расчетный период:

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^T (\mathcal{E}_t - \mathcal{Z}_t + A_t) \frac{1}{(1+E)^t} = (2141480 - 1217000 + 182600) \frac{1}{(1+10)^t} = 100644 \text{руб.}, \quad (4)$$

где $\mathcal{E}_t$ – предотвращенный ущерб, достигнутый на t -ом шаге расчета;

$\mathcal{Z}_t$ – затраты, осуществляемые на этом шаге;

A_t – амортизационные отчисления (20%);

T – горизонт расчета;

E – норма дисконта.

Срок окупаемости определяется по формуле:

$$T_{\text{ок}} = T - \frac{\text{ЧДД}_T}{\text{ЧДД}_{T+1} - \text{ЧДД}_T} = 1 - \frac{100644}{100644 - (-)100644} = 0,5 \text{ г.}, \quad (5)$$

где T – год, в котором значение чистого дисконтированного дохода последний раз отрицательное;

ЧДД_T – последнее отрицательное значение чистого дисконтированного дохода в период времени T ;

$ЧДД_{t+1}$ – первое положительное значение чистого дисконтированного дохода.

Индекс доходности ИД рассчитывается как:

$$ИД = \frac{\sum_{t=0}^T (\Delta_t + A_t)(1+E)^{T-1}}{\sum_{t=0}^T K_t(1+E)^{T-1}} = \frac{\sum_{t=0}^T (2141480 + 182600)(1+10)^{T-1}}{\sum_{t=0}^T 1,5(1+10)^{T-1}} = 3,8 \quad (6)$$

Расчет ЧЭЭ, ЧДД и срока окупаемости мероприятия представлен в таблице 17.

Внедрение беспроводной системы управления освещением INTEGRA в ООО «ГазЭнергоСтрой» имеет и социально-экономический, и материальный эффект, поскольку рассчитанный индекс доходности больше 1.

Таблица 17 – Интегральные показатели эффективности мероприятия

Наименование показателей	Значение показателей за 2025 г., тыс. д. е.
Капитальные вложения	913
Ежегодные затраты	1217
Амортизация	182,6
Эффект	924,5
ЧЭЭ	924,5
Коэффициент дисконтирования	10
ЧДД с нарастающим итогом	92,5
Ток	0,5
Дисконтированные капитальные вложения	91,3
Дисконтированный доход	12,17
Индекс доходности	3,8

Выводы по третьему разделу:

В организации ООО «ГазЭнергоСтрой» проведены измерения показателей освещенности на рабочих местах пользователей ПЭВМ, результаты которого показали несоответствие показателей освещенности нормативным значениям (показатели освещенности при естественном,

искусственном комбинированном освещении, коэффициент пульсации освещенности). Разработаны локальные нормативные акты для ООО «ГазЭнергоСтрой», позволяющие провести корректирующие мероприятия по нормализации световой среды для пользователей ПЭВМ:

- контрольные вопросы по опасностям при работе в офисе (по группе строительного контроля);
- карта оценки профессионального риска ведущего инженера группы строительного контроля;
- регламентирующая процедура разработки мероприятий по нормализации световой среды пользователей пэвм в ООО «ГазЭнергоСтрой»;
- план управления рисками на рабочих местах пользователей ПЭВМ по группе строительного контроля в ООО «ГазЭнергоСтрой»;
- инструкции по охране труда для пользователей ПЭВМ ООО «ГазЭнергоСтрой»;
- план-график производственного контроля по условиям труда – фактору освещенности рабочих мест пользователей ПЭВМ в ООО «ГазЭнергоСтрой».

Проведение производственного контроля по условиям труда – фактору освещенности рабочих мест пользователей ПЭВМ в ООО «ГазЭнергоСтрой» и предполагаемая оценка эффективности по результатам внедрения беспроводной автоматизированной системы управления освещением INTEGRA на базе светодиодных источников света показала нормализацию светового потока для пользователей ПЭВМ.

Требованиям энергоэффективности удовлетворяет беспроводная система управления освещением INTEGRA. Основные преимущества управления освещением данной системы:

- дистанционный контроль;
- масштабирование системы;

- интеграция;
- не требует лицензирования;
- интуитивно понятный интерфейс;
- безопасность системы.

Кроме того, данная система обеспечивает:

- регулирование уровня освещенности от 0% до 100%; объединение светильников в группы (зоны); создание сценария управления для каждой группы; web-доступ к интерфейсу управления;
- создание календаря на неделю с разбивкой на временные интервалы;
- полную совместимость со светильниками PromLED.

Внедрение беспроводной системы управления освещением INTEGRA в ООО «ГазЭнергоСтрой» имеет материальный эффект, поскольку рассчитанный индекс доходности больше 1.

Заключение

В результате сравнительной характеристики источников искусственного освещения (люминесцентных, светодиодных и ламп накаливания) по показателям освещенности рабочих мест пользователей ПЭВМ на основе энергоэффективности, величины светового потока, соответствия спектра излучения глазу человека, срока службы, независимости яркости от колебаний напряжения сети, коэффициента пульсации светового потока, объединенного показателя дискомфорта, необходимости специальной утилизации определено преимущество светодиодных ламп, как источников искусственного освещения, имеющих наилучшие показатели освещенности.

В результате изучения и анализа способов и средств обеспечения требуемых показателей световой среды на основе обзора зарубежных и российских практик, новых технологий и современных разработок по нормализации световой среды пользователей ПЭВМ определены способы использования источников искусственного производственного освещения, которые показали, что наиболее предпочтительным является энергоэффективный способ беспроводного интеллектуального управления освещением, электроприборами и интеллектуальными системами и программно-аппаратные комплексы для его осуществления на основе светодиодных источников света, в которых возможен строгий контроль за нормами освещенности без участия оператора.

В результате анализа методики оценки параметров световой среды рабочих мест пользователей ПЭВМ при проведении специальной оценки условий труда и производственного определено, что при идентификации опасных и вредных производственных факторов в методике специальной оценки условий труда установлено следующее требование – параметры световой среды идентифицируются как вредные и (или) опасные факторы только при выполнении прецизионных работ с величиной объектов

различения менее 0,5 мм (кроме работ, допускающих масштабирование объектов различения), при наличии слепящих источников света, при проведении работ с объектами различения и рабочими поверхностями, обладающими направленно-рассеянным и смешанным отражением, что позволяет производить оценку освещенности рабочих мест пользователей ПЭВМ только в рамках производственного контроля и оценки профессиональных рисков. При специальной оценке условий труда оценка освещенности может проводиться при предложениях работников по осуществлению на их рабочих местах идентификации потенциально вредных и (или) опасных производственных факторов.

В результате анализа, измерений и гигиенической оценки показателей световой среды на рабочих местах пользователей ПЭВМ в рамках производственного контроля условий труда по контролю фактора освещенности на рабочих местах пользователей ПЭВМ ООО «ГазЭнергоСтрой» установлено несоответствие нормам в управлениях реализации проектов – 1, 2, группах строительного контроля, корпоративной защиты, управления строительством, что требует разработки корректирующих мероприятий и внедрения новых технологий производственного освещения.

В результате разработки локальных нормативных актов по планированию и реализации корректирующих мероприятий по нормализации и повышению эффективности световой среды пользователей ПЭВМ в ООО «ГазЭнергоСтрой» разработаны в рамках системы управления охраной труда:

- контрольные вопросы по опасностям при работе в офисе (по группе строительного контроля);
- карта оценки профессионального риска ведущего инженера группы строительного контроля;

- регламентирующая процедура разработки мероприятий по нормализации световой среды пользователей пэвм в ООО «ГазЭнергоСтрой»;
- план управления рисками на рабочих местах пользователей ПЭВМ по группе строительного контроля в ООО «ГазЭнергоСтрой»;
- инструкции по охране труда для пользователей ПЭВМ ООО «ГазЭнергоСтрой»;
- план-график производственного контроля по условиям труда – фактору освещенности рабочих мест пользователей ПЭВМ в ООО «ГазЭнергоСтрой» и план корректирующих мероприятий по его результатам, которые позволят нормализовать и повысить эффективность световой среды.

В результате анализа и оценки эффективности предлагаемых мероприятий по нормализации световой среды в ООО «ГазЭнергоСтрой» предлагается к внедрению энергоэффективная беспроводная система управления освещением INTEGRA, которая позволяет управлять освещением рабочих мест пользователей ПЭВМ автоматически, без участия оператора. Основные преимущества управления освещением данной системы: дистанционный контроль, масштабирование системы, автоматическая работа, надежность системы, интеграция. Расчет экономической эффективности показывает, что внедрение системы управления освещением INTEGRA имеет и социально-экономический, и материальный эффект, поскольку рассчитанный индекс доходности больше 1.

Список используемых источников

1. Андруш, В. Г. Охрана труда: учебник/В. Г. Андруш, Л. Т. Ткачева, К. Д. Яшин. – 2-е изд., испр. и доп. – Минск: РИПО, 2021. – 334 с. – ISBN 978-985-7253-54-8. – Текст: электронный//Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/194944> (дата обращения: 26.01.2025).
2. Байбулатов, Т. С. Охрана труда: учебное пособие/составители Т. С. Байбулатов [и др.]. – Махачкала: ДИПКК АПК, 2020. – 193 с. – Текст: электронный//Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/237206> (дата обращения: 26.01.2025).
3. Величко, И. И. Охрана труда : учебное пособие/составитель И. И. Величко. – пос. Караваево: КГСХА, 2021. – 104 с. – Текст: электронный//Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/252338> (дата обращения: 26.01.2025).
4. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция [Электронный ресурс] : СНиП 23-05-95*. Свод правил СП 52.13330.2016 утв. Приказом Минстроя России от 07.11.2016 № 777/пр (ред. от 28.12.2021). URL: <https://docs.cntd.ru/document/456054197?marker=7D20K3> (дата обращения: 26.01.2025).
5. Здания и сооружения. Методы измерения освещенности [Электронный ресурс] : ГОСТ 24940-2016 введен в действие Приказом Росстандарта от 20.10.2016 № 1442-ст.. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200140599> (дата обращения: 31.01.2025).
6. Источники света, осветительные приборы и системы искусственного освещения. Показатели энергоэффективности и требования : ГОСТ Р 59294-2021 утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 15.01.2021 № 8-ст. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200177651?ysclid=m74wovhla476703147> (дата обращения: 10.02.2025).

7. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 30.12.2001 № 195 (ред. от 05.02.2025). URL: <https://docs.cntd.ru/document/901807667> (дата обращения: 26.01.2025).

8. Конституция Российской Федерации [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 12.12.1993 (ред. от 04.10.2022). URL: <https://docs.cntd.ru/document/9004937> (дата обращения: 26.01.2025).

9. Коробко, В. И. Охрана труда: учебное пособие / В. И. Коробко. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2022. – 176 с. – ISBN 978-5-9729-0834-9. – Текст: электронный//Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/281810> (дата обращения: 26.01.2025).

10. Кривошеин, Д. А. Безопасность жизнедеятельности/Д. А. Кривошеин, В. П. Дмитренко, Н. В. Горькова. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2023. – 340 с. – ISBN 978-5-507-46280-3. – Текст: электронный//Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/305234> (дата обращения: 26.01.2025).

11. Лампы люминесцентные двухцокольные. Эксплуатационные требования [Электронный ресурс] : (МЭК 60081:2002). ГОСТ Р 59175-2020 утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 13.11.2020 № 1070-ст. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573115975> (дата обращения: 29.01.2025).

12. Лампы накаливания вольфрамовые для бытового и аналогичного общего освещения. Эксплуатационные требования [Электронный ресурс] : ГОСТ IEC 60064-2019 введен в действие Приказом Росстандарта от 30.10.2019 № 1162-ст. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200169638> (дата обращения: 29.01.2025).

13. Лампы светодиодные со встроенным устройством управления для общего освещения на напряжения свыше 50 В. Эксплуатационные требования [Электронный ресурс] : ГОСТ IEC 62612-2019 введен в действие Приказом Росстандарта от 30.10.2019 № 1164-ст. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200169642> (дата обращения: 29.01.2025).

14. Методы контроля. Физические факторы. Методические указания по инструментальному контролю и оценке освещения рабочих мест [Электронный ресурс] : Методические указания МУК 4.3.3975-24 утв. Роспотребнадзором 19.02.2024. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1305524004> (дата обращения: 26.01.2025).

15. Нестеркина Н. П., Журавлева Ю. А., Коваленко О. Ю., Микаева С. А. Сравнительный анализ характеристик светодиодных филаментных ламп // Светотехника. 2020. № 5.С. 25-28.

16. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 30.03.1999 № 52 (ред. от 26.12.2024). URL: <https://docs.cntd.ru/document/901729631> (дата обращения: 26.01.2025).

17. Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 21.11.2011 № 323 (ред. от 28.12.2024). URL: <https://docs.cntd.ru/document/902312609> (дата обращения: 26.01.2025).

18. Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению [Электронный ресурс] : Приказ Минтруда России от 21.11.2023 № 817н. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1304153715> (дата обращения: 26.01.2025).

19. Об утверждении Методики расчета скидок и надбавок к страховым тарифам на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний [Электронный ресурс] : Приказ Минтруда России от 01.08.2012 № 39н (ред. от 26.12.2022). URL: <http://docs.cntd.ru/document/902363899?ysclid=m6dio2ndnn581000959> (дата обращения: 26.01.2025).

20. Об утверждении общих требований к организации безопасного рабочего места [Электронный ресурс] : Приказ Минтруда России от

29.10.2021 № 774н. URL: <https://docs.cntd.ru/document/727092792> (дата обращения: 26.01.2025).

21. Об утверждении основных требований к порядку разработки и содержанию правил и инструкций по охране труда, разрабатываемых работодателем [Электронный ресурс] : Приказ Минтруда России от 29.10.2021 № 772н. URL: <https://docs.cntd.ru/document/727092794?ysclid=ler5q69k5o373598132> (дата обращения: 26.01.2025).

22. Об утверждении Примерного перечня ежегодно реализуемых работодателем мероприятий по улучшению условий и охраны труда, ликвидации или снижению уровней профессиональных рисков либо недопущению повышения их уровней [Электронный ресурс] : Приказ Минтруда России от 29.10.2021 № 771н. URL: <https://docs.cntd.ru/document/727092795> (дата обращения: 31.01.2025).

23. Об утверждении Рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков [Электронный ресурс] : Приказ Минтруда России от 28.12.2021 № 926. URL: <https://docs.cntd.ru/document/728029758?ysclid=ler5l0s6e5333078354> (дата обращения: 31.01.2025).

24. Об утверждении Рекомендаций по классификации, обнаружению, распознаванию и описанию опасностей [Электронный ресурс] : Приказ Минтруда России от 31.01.2022 № 36. URL: <https://docs.cntd.ru/document/728094911?ysclid=ler5ekepdt355424395> (дата обращения: дата обращения: 31.01.2025).

25. Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [Электронный ресурс] : Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 № 2 (ред. от 30.12.2022). URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115> (дата обращения: 26.01.2025).

26. Об утверждении санитарных правил СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда» [Электронный ресурс] : Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 02.12.2020 № 40. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573230583> (дата обращения: 31.01.2025).

27. Об утверждении форм проверочных листов (списков контрольных вопросов) для осуществления федерального государственного контроля (надзора) за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права [Электронный ресурс] : Приказ Роструда от 01.02.2022 № 20 (ред. от 01.03.2025). URL: <https://docs.cntd.ru/document/728255031?ysclid=ler59ynjhd853598276> (дата обращения: 26.01.2025).

28. Освещение искусственное. Термины и определения [Электронный ресурс] : ГОСТ Р 56228-2014 утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 11.11.2014 № 1564-ст. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200115432?ysclid=m6hvbeergn753024507> (дата обращения: 29.01.2025).

29. Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений [Электронный ресурс] : ГОСТ Р 55710-2013 утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 08.11.2013 № 1364-ст. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200105707> (дата обращения: 26.01.2025).

30. Пат. 120308 Российская Федерация. Интеллектуальная светодиодная система освещения (ИССО) и светильник интеллектуальной светодиодной системы освещения / Гостев С.М., Гостев Д.С., Паранчук С.А., Кравцов И.А., Гаврилов А.Д.; заявл. 10.01.2012; опубл. 10.09.2012. URL: <https://fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=df55084c2bf07965af2fd953a015c954> (дата обращения: 29.01.2025).

31. Пат. 2642334 Российская Федерация. Способ управления и управляющее устройство для устройства «Умного дома» / Кэ. У, Синьей Л.; заявл. 24.12.2015; опубл. 24.01.2018. URL: <https://fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=472560973779b523af02a11b6df9ef45> (дата обращения: 29.01.2025).

32. Пат. 2652701 Российская Федерация. Устройство дистанционного контроля параметров условий труда в условиях загазованности / Мешалкин В.П., Панарин В.М., Гришаков К.В., Горюнкова А.А., Котова Е.А., Алексеева П.Г., Скопцова Т.А., Гришакова О.В.; заявл. 13.06.2017; опубл. 28.04.2018. URL: <https://fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=5022918b092cf7fdadb2581b44b4db72> (дата обращения: 29.01.2025).

33. Пат. 2711763 Российская Федерация. Устройство дистанционного контроля параметров условий труда, учитывающее частоту сердечного ритма / Панарина Д.В., Гришаков К.В.; заявл. 27.12.2018; опубл. 22.01.2020. URL: <https://fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=0998c1f2f43483adf2ca72b936c24c83> (дата обращения: 29.01.2025).

34. Пат. 2752423 Российская Федерация. Способ беспроводного интеллектуального управления освещением, электроприборами и интеллектуальными системами и программно-аппаратный комплекс CONTROL-R для его осуществления / Кирилов А.П., Ермаков Д.А.; заявл. 25.12.2019; опубл. 25.06.2021. URL: <https://fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=0e4f71b73c1aff3f72b6ff6c9fd28d9e> (дата обращения: 29.01.2025).

35. Трудовой кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 30.12.2001 № 197 (ред. от 26.12.2024). URL: <https://docs.cntd.ru/document/901807664> (дата обращения: 26.01.2025).

36. Aurelien David, Kevin A.G. Smet and Lorne Whitehead. Methods for Assessing Quantity and Quality of Illumination // Journal Annual Review of Vision Science, 2019. № 5, P. 479-499. URL: <https://www.annualreviews.org/content/journals/10.1146/annurev-vision-091718-015018> (date of application: 26.01.2025).
37. Chung, Kunook; Sui, Jingyang; Sarwar, Tuba; Ku, Pei-Cheng Feasibility study of nanopillar LED array for color-tunable lighting and beyond// Journal Optics Express, 2019. № 27(26), P. 38229-38235. URL: <https://opg.optica.org/oe/fulltext.cfm?uri=oe-27-26-38229&id=424613> (date of application: 26.01.2025).
38. Lutepo, A. and Zhang, K. A. Review of Artificial Intelligence Applications in Contemporary Computer Network Technologies // Journal Communications and Network. 2024. № 16. P. 90-107. URL: <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=135347> (date of application: 26.01.2025).
39. Rus, T. Computer Integration within Problem Solving Process // Journal of Software Engineering and Applications. 2022. № 15. P. 75-102. URL: <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=116394> (date of application: 26.01.2025).
40. Yang, Z. and Gao, G. Audit Optimization Based on Computer Vision Technology // Journal of Computer and Communications. 2022. № 10, P. 50-58. URL: <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=120609> (date of application: 26.01.2025).