

6 ОХРАНА ТРУДА, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

В данном дипломном проекте была разработана «Система городской навигации с функцией автоматической оплаты проезда». Использование системы предполагается на ПК или мобильном устройстве. В этом разделе будут рассмотрены важные принципы для обеспечения благоприятной работы пользователей, такие как реализация информационной эргономической совместимости оператора и программного средства, экологическая оценка электромагнитных полей и энергосбережение при разработке проектируемой системы.

6.1 Реализация информационной эргономической совместимости пользователя и технического средства

Для реализации информационной эргономической совместимости необходимо выяснить назначение системы. Она будет работать на персональных компьютерах (ПК) и мобильных устройствах, с которыми будут взаимодействовать операторы и пользователи для получения информации об общественном транспорте города. Система имеет широкую область применения, что увеличивает количество людей, работающих за умными устройствами. В связи с этим необходимо реализовать информационную эргономическую совместимость пользователя и программы.

Технологический прогресс и широкое внедрение в производство информационных технологий значительно изменяют содержание и условия труда, что является предпосылкой для облегчения труда человека, освобождения его от выполнения однообразных трудоемких ручных операций и вместе с тем приводит к появлению новых факторов, негативно влияющих на организм работников, среди которых на первое место выходит повышенная напряженность труда, обусловленная высокими требованиями к уровню психической деятельности человека. По этой причине внедрение в производство новых технологий может быть успешно реализовано и дать положительный эффект лишь при достаточно полном учете характера все усложняющихся связей между человеком и техническим окружением, всестороннем учете возможностей человека (человеческого фактора), его физиологических, психологических, антропометрических, эстетических и других свойств. Исследование и использование связей, реально имеющих место в системе «человек - производственная среда», является предметом эргономики – науки о труде во всей его сложности и многообразии.

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата

БрГТУ.141144–07 81 00

Лист

67

Термин «эргономика» в переводе с греческого языка означает «закон работы». Эргономика занимается комплексным изучением и проектированием трудовой деятельности с целью оптимизации орудий, условий и процесса труда, а также профессионального мастерства. Ее предметом является трудовая деятельность, а объектом исследования - системы "человек - орудие труда - предмет труда - производственная среда". Эргономика изучает вопросы оптимального распределения и согласования функций между человеком и машиной, на основании чего проектируется процесс деятельности человека, его функции, обосновываются оптимальные требования к техническим средствам и производственной среде [10].

Система «человек - техническое средство - производственная среда» (или «человек - машина») может работать надежно, эффективно и с минимальным риском для здоровья человека при обеспечении информационной, антропометрической, биофизической, энергетической, технико-эстетической и других совместимостей характеристик технического средства, производственной среды с психофизиологическими и другими свойствами и особенностями человека.

Наиболее характерной чертой деятельности оператора является то, что он лишен возможности непосредственно наблюдать за управляемыми объектами и вынужден пользоваться информацией, которая поступает к нему по каналам связи. Деятельность человека, совершаемая не с реальными объектами, а с их заместителями или имитирующими их образами, называют деятельностью с информационными моделями реальных объектов.

Информационная модель – совокупность информации о состоянии и функционировании объекта управления и внешней среды. Она является для оператора своеобразным имитатором, отражающим все существенно важные для управления свойства реальных объектов, т.е. тех источников информации, на основе которого он формирует образ реальной обстановки, производит анализ и оценку сложившейся ситуации, планирует управляющие воздействия, принимает решения, обеспечивающие правильную работу системы и выполнение возложенных на нее задач, а также наблюдает и оценивает результаты их реализации.

Объем информации, включенной в модель, и правила ее организации должны соответствовать задачам и способам управления. Физически информационная модель реализуется с помощью устройств отображения информации. Наиболее существенной особенностью деятельности человека с информационной моделью является необходимость соотнесения сведений, получаемых с помощью приборов, экранов, табло как между собой, так и с реальными управляемыми объектами.

Рассмотрим основные этапы деятельности оператора при решении определенной технологической задачи.

Первый этап – восприятие информации – процесс, включающий следующие качественно различные операции:

- обнаружение объекта восприятия;
- выделение в объекте отдельных признаков, отвечающих стоящей перед оператором задаче;
- ознакомление с выделенными признаками и опознавание объекта восприятия.

Второй этап – оценка информации, ее анализ и обобщение на основе заранее заданных или сформированных критериях оценки. Оценка производится на основе сопоставления воспринятой информационной модели со сложившейся у оператора внутренней образно-концептуальной моделью обстановки (системы управления). Концептуальная модель представляет собой продукт осмысливания оператором сложившейся ситуации с учетом стоящих перед ним задач. В отличие от информационной модели она относится к внутренним психологическим способам – средствам деятельности оператора [10].

Информационная совместимость заключается в обеспечении такой информационной модели устройства (машины) – средств отображения информации (СОИ) и сенсомоторных устройств (органы управления), – которая отражала бы все нужные характеристики машин в данный момент и позволяла человеку (оператору) безошибочно принимать и обрабатывать информацию в соответствии с его психофизиологическими характеристиками и возможностями (информационными зонами визуального поля, особенностями внимания, памяти и др.).

Информационная модель позволяет человеку анализировать состояние управляемого объекта, принимать решения и осуществлять контроль и управление производственным процессом. Она должна адекватно отражать управляемый объект, состояние самой системы управления, обеспечивать оптимальный объем информации и т. д.

Средства отображения информации (СОИ) предназначены для получения человеком сведений о состоянии объекта управления. Эти данные предъявляются человеку в виде количественных и качественных характеристик. В сложных системах средства отображения информации часто становятся единственным источником информации об управляемом объекте и производственном процессе, так как объекты управления могут быть невидимы, неслышимы и неосязаемы.

Органы управления предназначены для передачи управляющих воздействий от человека к машине и обеспечивают реализацию принятого решения (введение в действие дополнительных органов объекта управления, ввод и вывод информации на СОИ и т.д.).

Рабочее место оператора в системе «человек-машина» – это место, оснащенное средствами отображения информации, сенсомоторными устройствами (органами управления) и вспомогательными средствами труда (техническая документация, измерительные приборы и др.), где осуществляется трудовая деятельность.

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата

БрГТУ.141144–07 81 00

Лист

69

Рабочее место должно быть приспособлено для конкретного вида труда и для работников определенной квалификации с учетом их антропометрических и психофизиологических характеристик и особенностей. Кроме того, трудовая деятельность оператора должна осуществляться и в условиях, отвечающих санитарно-гигиеническим требованиям.

При конструировании рабочих мест должны быть учтены общие и конкретные эргономические требования к ним и их элементам. При этом должен осуществляться выбор целесообразной рабочей позы (сидя, стоя, сидя-стоя), типов индикаторов и органов управления, их компоновка на панелях и рациональное размещение панелей. Также должен быть обеспечен оптимальный обзор рабочего места, предусмотрено пространство для ног при работе сидя и сидя-стоя и пространство для кратковременного отдыха при работе стоя, пространство для установки средств коммуникации, оргоснастки и складирования рабочих материалов.

Положение тела в процессе трудовой деятельности и рабочая поза человека являются важнейшими факторами. Нормальной рабочей позой считается поза, при которой работнику не требуется наклоняться вперед больше, чем на 10-15 градусов. Наклоны назад и в стороны являются нежелательными. Прямая осанка является основным требованием к рабочей позе.

В системах «человек-машина» рабочие места оснащаются средствами отображения информации (СОИ), сенсомоторными устройствами (СМУ – органами управления) и вспомогательным оборудованием.

При организации рабочего места следует исходить из конкретного анализа трудового процесса, учитывать его психофизиологические характеристики и санитарно-гигиенические условия труда, а при его конструировании – соблюдать следующие основные требования:

- наличие достаточного по размеру рабочего пространства, позволяющего человеку осуществлять необходимые движения при эксплуатации оборудования и его техническом обслуживании;
- обеспечение достаточных физических, зрительных и слуховых связей между человеком и оборудованием, а также связей между людьми, совместно выполняющими работу;
- оптимальное размещение рабочих мест в производственных помещениях, наличие безопасных и достаточных проходов для работающих людей.

Пространство рабочего места с размещенными органами управления и другими техническими средствами, в котором осуществляются двигательные действия человека, при выполнении работы называется моторным полем. В моторном поле рабочего места оператора выделяют три зоны: зону досягаемости, легкой досягаемости, оптимальную зону.

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата

Организация и конструкция автоматизированного рабочего места оператора должны обеспечивать возможность быстрого и безошибочного восприятия информации, создание удобства пользования органами управления, комфортных условий для эксплуатации оборудования, его технического обслуживания и ремонта.

Размещение технических средств (дисплеев, пультов ввода данных и документирования, аппаратуры связи и т.д.) должно создавать необходимые условия для выполнения простых функций левой рукой с целью снижения нагрузок на правую руку.

Расположение средств отображения информации и сенсомоторных устройств на панелях пульта должно осуществляться с учетом следующих основных факторов: приоритета, группировки в логические блоки, взаимосвязей органов управления и средств отображения информации и сенсомоторных устройств.

Приоритет сенсомоторных устройств (или средств отображения информации) определяется их назначением и ролью в функционировании системы. При этом выделяются следующие показатели функционирования располагаемого устройства или средства:

- частота использования;
- точность и скорость считывания показателей (для СОИ) или установки позиций (для СМУ);
- влияние ошибки считывания или запаздывания при выполнении операций на надежность и безопасность работы системы.

Таким образом, организация рабочего процесса должна обеспечивать условия для предупреждения неправильных действий (ошибок) оператора. С этой целью все основные и аварийные функции управления должны легко зрительно опознаваться. Между элементами управления должно иметься свободное пространство, позволяющее легко манипулировать ими без задевания соседних элементов управления. Разрабатываемое приложение было разработано с учетом вышеописанных особенностей.

6.2 Экологическая оценка электромагнитных полей

Электромагнитная безопасность – одно из важнейших условий безопасного труда работников. Ввиду того, что разрабатываемая система городской навигации с функцией автоматической оплаты предусматривает многочисленное количество работающих людей необходимо добиться максимальной безопасности [11].

Электромагнитное излучение – распространяющееся в пространстве возмущение (изменение состояния) электромагнитного поля.

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата

БрГТУ.141144–07 81 00

Лист

71

Электромагнитное излучение способно распространяться практически во всех средах. В вакууме электромагнитное излучение распространяется без затуханий на сколь угодно большие расстояния, но в ряде случаев достаточно хорошо распространяется и в пространстве, заполненном веществом.

Электромагнитное излучение принято делить по частотным диапазонам (смотри таблицу 6.1). Между диапазонами нет резких переходов, они иногда перекрываются, а границы между ними условны. Поскольку скорость распространения излучения (в вакууме) постоянна, то частота его колебаний жёстко связана с длиной волны в вакууме.

Таблица 6.1 – Диапазоны электромагнитного излучения

Название диапазона		Длины волн, λ	Частоты, f	Источники
Радиоволны	Сверхдлинные	более 10 км	менее 30 кГц	Атмосферные и магнитосферные явления. Радиосвязь.
	Длинные	10 км — 1 км	30 кГц — 300 кГц	
	Средние	1 км — 100 м	300 кГц — 3 МГц	
	Короткие	100 м — 10 м	3 МГц — 30 МГц	
	Ультракороткие	10 м — 0,1 мм	30 МГц — 3000 ГГц	
Инфракрасное излучение		1 мм — 780 нм	300 ГГц — 429 ТГц	Излучение молекул и атомов при тепловых и электрических воздействиях.
Видимое излучение		780 — 380 нм	429 ТГц — 750 ТГц	
Ультрафиолетовое		380 нм — 10 нм	$7,5 \cdot 10^{14}$ Гц — $3 \cdot 10^{16}$ Гц	Излучение атомов под воздействием ускоренных электронов.
Рентгеновские		10 нм — 5 пм	$3 \cdot 10^{16}$ Гц — $6 \cdot 10^{19}$ Гц	Атомные процессы при воздействии ускоренных заряженных частиц.
Гамма		менее 5 пм	более $6 \cdot 10^{19}$ Гц	Ядерные и космические процессы, радиоактивный распад.

Основными характеристиками электромагнитного излучения принято считать частоту, длину волны и поляризацию.

Длина волны прямо связана с частотой через скорость распространения излучения. Групповая скорость распространения электромагнитного излучения в вакууме равна скорости света, в других средах эта скорость меньше. Фазовая скорость

электромагнитного излучения в вакууме также равна скорости света, в различных средах она может быть как меньше, так и больше скорости света.

Описанием свойств и параметров электромагнитного излучения в целом занимается электродинамика, хотя свойствами излучения отдельных областей спектра занимаются определённые более специализированные разделы физики и радиофизика.

Приведем некоторые особенности электромагнитных волн с точки зрения теории колебаний и понятий электродинамики:

- наличие трёх взаимно перпендикулярных (в вакууме) векторов: волнового вектора, вектора напряжённости электрического поля E и вектора напряжённости магнитного поля H .

- электромагнитные волны — это поперечные волны, в которых вектора напряжённостей электрического и магнитного полей колеблются перпендикулярно направлению распространения волны, но они существенно отличаются от волн на воде и от звука тем, что их можно передать от источника к приёмнику в том числе и через вакуум.

Энергетическая экспозиция за рабочий день (рабочую смену) не должна превышать значений, указанных в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Допустимые значения электромагнитных полей на рабочих местах

Параметр	Частотный диапазон	Санитарная норма (не более)
Напряженность электрического поля (E)	5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	2 кГц - 400 кГц	2,5 В/м
Индукция магнитного поля (B)	5 Гц - 2 кГц	250 нТл
	2 кГц - 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля (E)	0 Гц	15 кВ/м
Фоновый уровень напряженности электрического поля промышленной частоты (E)	50 Гц	500 В/м
Фоновый уровень индукции магнитного поля промышленной частоты (B)	50 Гц	5 мкТл

Для большей надежности можно измерить уровень электромагнитных полей специальным прибором (смотри рисунок 6.1). В случае превышения нормы прибегнуть к возможным методам и средствам нормализации электромагнитной обстановки.

По своему назначению защита может быть коллективной, предусматривающей мероприятия для групп персонала, и индивидуальной – для каждого специалиста в отдельности. В основе каждой из них лежат организационные и инженернотехнические мероприятия.



Рисунок 6.1 – Измеритель уровня электромагнитного поля Мегеон 07800

Организационные меры защиты направлены на выбор рациональных режимов работы оборудования, ограничение места и времени нахождения персонала в зоне воздействия электромагнитных излучений (защита «расстоянием» и «временем») и т.п. Организационные меры коллективной и индивидуальной защиты основаны на одних и тех же принципах и в некоторых случаях относятся к обеим группам. Отличие в том, что первые направлены на нормализацию электромагнитной обстановки для целых коллективов, на больших производственных площадях, а вторые – уменьшают излучения при индивидуальном характере труда. Защита «расстоянием» подразумевает определение санитарно-защитных зон, зон недопустимого пребывания на этапах проектирования. В этих случаях для определения степени снижения воздействия в каком-то пространственном объеме используют специальные расчетные, графоаналитические, а на стадии эксплуатации инструментальные методы.

Защита «временем» предусматривает нахождение в контакте с излучением только по служебной необходимости с четкой регламентацией по времени и пространству совершаемых действий, автоматизацию работ, уменьшение времени настроечных работ и так далее. В зависимости от воздействующих уровней (инструментальный и расчетный методы оценки) время контакта с ними определяется в соответствии с действующими нормативными документами.

К организационным мерам защиты от электромагнитных излучений (ЭМИ) необходимо также отнести использование средств наглядного предупреждения о наличии того или иного излучения, наличие плакатов с перечнем основных мер предосторожности, проведение инструктажей, лекций по безопасности труда

при работе с источниками ЭМИ и профилактике их неблагоприятного воздействия. Большую роль в организации защиты играют объективная информация об уровнях интенсивностей ЭМИ на рабочих местах и четкое представление об их возможном влиянии на состояние здоровья работающих. Необходимо отметить, что в ряде случаев организационные меры не применимы в виду ограничения работ по времени или их применение ограничивается геометрией установок, например, величиной изоляционных промежутков (в электроустановках высокого и сверхвысокого напряжения). Кроме того, организационные меры не применимы в случаях, когда технологический процесс не позволяет этого. Инженерно-технические меры защиты применяются в тех случаях, когда исчерпана эффективность организационных мер. Инженерно-технические мероприятия включают: рациональное размещение оборудования, использование средств, ограничивающих поступление электромагнитной энергии на рабочие места персонала (поглотители мощности, экранирование, использование минимальной необходимой мощности генератора), обозначение и ограждение зон с повышенным уровнем ЭМИ. Коллективная защита по сравнению с индивидуальной предпочтительней вследствие простоты обслуживания и проведения контроля над эффективностью защиты. Однако ее внедрение часто осложняется высокой стоимостью, сложностью защиты больших пространств. Нецелесообразно, например, ее использование при проведении кратковременных работ в полях с интенсивностью выше предельно допустимых уровней. Это ремонтные работы в аварийных ситуациях, настройка и измерение в условиях открытого излучения, при проходе через опасные зоны и т.д. В таких случаях целесообразно применение индивидуальных средств защиты. Тактика применения методов коллективной защиты от ЭМИ зависит от нахождения источника облучения по отношению к производственному помещению: внутри или снаружи. Индивидуальные средства защиты предназначены для предотвращения воздействия на организм человека ЭМИ с уровнями, превышающими предельно допустимые, когда применение иных средств невозможно или нецелесообразно. Они могут обеспечить общую защиту либо защиту отдельных частей тела [12].

При экологической оценке электромагнитных полей радиочастотного диапазона были рассмотрены основные причины способы воздействия ЭМП на организм человека, рассмотрены частотные диапазоны и правила измерения ЭМП, санитарные нормы параметров электромагнитной безопасности на рабочем месте и основные способы защиты в случае превышения норм. Программное обеспечение данного дипломного проекта разрабатывалось на персональном компьютере, корпус которого сделан из радиоэкранирующих материалов, использовалось оборудование, где ЭМП находятся в пределах нормы.

6.3 Энергосбережение при разработке проектируемой системы

При проектировании системы необходимо учитывать её энергоэффективность и всеми способами улучшать. Энергосбережение представляет собой комплекс мер, направленных на эффективное (рациональное) использование (и экономное расходование) энергетических ресурсов и на вовлечение в хозяйственный оборот возобновляемых источников энергии. Энергосбережение – важная задача по сохранению природных ресурсов.

Система городской навигации с функцией автоматической оплаты реализована в виде веб-приложения. Необходимо поставить задачи по анализу программных средств и поиска организационных решений для сокращения энергозатрат.

Энергосбережение (экономия электроэнергии) – реализация правовых, организационных, научных, производственных, технических и экономических мер, направленных на эффективное использование топливно-энергетических ресурсов и на вовлечение в хозяйственный оборот возобновляемых источников энергии. Энергосбережение - важная задача по сохранению природных ресурсов [13].

Повышение энергоемкости производства, количества техники, задействованной в производственных процессах, а также постоянный рост цен на энергоносители является серьёзным фактором, увеличивающим важность вопроса об экономии электроэнергии. На сегодняшний день универсальных способов экономить электроэнергию не существует, но разработаны методики, технологии и устройства, которые помогают вывести энергосбережение на качественно новый уровень.

Вопрос экономии электроэнергии многоплановый и нужен стратегический подход, для того чтобы максимально эффективно использовать все производственные мощности при минимально возможных энергетических затратах. Подход к экономии электроэнергии основан на использовании энергосберегающих технологий, которые призваны уменьшить потери электроэнергии. Существует немало устройств, которые позволяют добиться уменьшения потерь при работе оборудования. Использование энергосберегающего оборудования и энергосберегающих технологий ведет не только к прямому уменьшению потребления электроэнергии, но и обеспечивает дополнительные преимущества. Особо актуально использование энергосберегающего оборудования на предприятиях тяжелой промышленности и на крупных производственных комплексах, где нерациональное потребление электроэнергии ведёт к огромным финансовым потерям.

В целях укрепления экономической безопасности государства 14 июня 2014 года Президентом Республики Беларусь подписана Директива № 3 «Экономия и бережливость - главные факторы экономической безопасности государства» [13].

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата

БрГТУ.141144–07 81 00

Лист

76

Сегодня все производители электроники переходят на технологии уменьшения потребления электроэнергии и ПК, и периферией, особенно в моменты простоя и ожидания. Это касается мониторов, принтеров и любой вычислительной и бытовой техники.

Уровень энергопотребления становится важным фактором при покупке аппаратуры. Все большее число потребителей приобретает продукцию, совместимую с последним стандартом Energy Star v4.0. Например, при полной загрузке сервера TX120 (Fujitsu Siemens), имеющего сертификат Energy Star v4.0, максимальный объем потребляемой электроэнергии составит всего 165 Ватт. По данным производителя, при среднеевропейских ценах на электроэнергию сервер TX120 позволит потребителю сократить расходы на электроэнергию примерно на 150 евро в год. В этой сфере также существуют следующие способы снижения расхода энергоресурсов:

- Применение эффективных систем кондиционирования и охлаждения центров обработки данных, например, систем свободного охлаждения;

- Оптимизация количества единиц техники. Это снижает потребляемое электричество и уменьшает количество выделяемого тепла, что напрямую связано с инженерной инфраструктурой, как наиболее энергоемкой и критичной системой для обеспечения бесперебойной работы всего оборудования;

- Применение технологии виртуализации (один компьютер выполняет задачи нескольких). Данная технология позволяет значительно снижать затраты на оборудование и ПО, повышать коэффициент загрузки серверов, получать большую степень доступности, а также существенно уменьшает энергопотребление.

Вышеописанные средства и методы способствуют активной экономии электроэнергии. При успешном выполнении всех организационных методов сокращения энергозатрат, а также установлении направленных на энергосбережение программных и аппаратных средств значительно увеличится экономия энергетических ресурсов, что способствует энергосбережению при использовании разработанной системы.

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата

БрГТУ.141144–07 81 00

Лист

77