**4. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**4.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов рабочего места IT-специалиста**

В процессе создания веб-приложения для аппроксимации данных с использованием вариативных самостроящихся базисов разработчик подвергается воздействию различных опасных и вредных производственных факторов. Согласно ГОСТ 12.0.003-2015 «Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [1], к основным факторам, воздействующим на IT-специалиста, относятся:

**4.1.1 Физические факторы:**

* **Электромагнитное излучение** от компьютера и периферийных устройств, особенно при длительной работе с вычислительно сложными задачами аппроксимации и визуализации трехмерных моделей;
* **Недостаточная освещенность** рабочей зоны, вызывающая повышенное напряжение зрения при работе с программным кодом и интерфейсами разработки;
* **Повышенный уровень шума** от системных блоков, серверного оборудования и систем охлаждения, особенно при высоких вычислительных нагрузках;
* **Неблагоприятный микроклимат** рабочего помещения (температура, влажность, скорость движения воздуха), влияющий на работоспособность и концентрацию внимания при разработке сложных алгоритмов;
* **Статическое электричество**, накапливающееся на поверхностях компьютерной техники.

**4.1.2 Химические факторы:**

* **Повышенное содержание в воздухе рабочей зоны двуокиси углерода, озона, аммиака, фенола и формальдегида**, выделяемых при работе компьютерного оборудования и систем кондиционирования;
* **Пыль и аэрозоли**, которые могут накапливаться на рабочих поверхностях и в системных блоках компьютеров.

**4.1.3 Психофизиологические факторы:**

* **Нервно-эмоциональные перегрузки** при отладке сложных алгоритмов математической аппроксимации;
* **Умственное перенапряжение** при разработке алгоритмов построения базисов и вычисления коэффициентов;
* **Перенапряжение зрительного анализатора** при длительной работе с кодом и интерактивными интерфейсами;
* **Монотонность труда** при выполнении однотипных операций программирования;
* **Гиподинамия** из-за длительного пребывания в статической позе.

**4.2 Обеспечение оптимальных условий труда для IT-специалиста**

**4.2.1 Требования к микроклимату рабочей зоны**

Согласно СанПиН 1.2.3685-2021 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [2], для кабинета IT-специалиста, относящегося к категории работ Iа (работы с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч), должны соблюдаться следующие параметры микроклимата:

**Таблица 4.1 - Оптимальные параметры микроклимата для IT-специалиста**

| **Период года** | **Температура воздуха, °C** | **Относительная влажность воздуха, %** | **Скорость движения воздуха, м/с** |
| --- | --- | --- | --- |
| Холодный | 22-24 | 40-60 | 0,1 |
| Теплый | 23-25 | 40-60 | 0,1 |

Для поддержания оптимальных параметров микроклимата в помещении, где выполняется разработка веб-приложения для аппроксимации данных, необходимо обеспечить:

* Эффективную систему отопления в холодное время года;
* Кондиционирование воздуха в теплое время года;
* Регулярное проветривание помещения (каждый час по 5-10 минут);
* Увлажнение воздуха при необходимости, особенно в отопительный сезон.

**4.2.2 Требования к освещению рабочего места**

Работа с программным кодом, особенно при разработке алгоритмов аппроксимации данных, требует значительного напряжения зрения, поэтому освещение рабочего места должно соответствовать следующим требованиям:

* Освещенность на поверхности рабочего стола в зоне размещения документов должна составлять 300-500 лк;
* Освещенность экрана монитора не должна превышать 300 лк;
* Коэффициент пульсации освещенности не должен превышать 5%;
* Яркость бликов на экране монитора не должна превышать 40 кд/м²;
* Соотношение яркости между рабочими поверхностями не должно превышать 3:1–5:1.

Для оптимизации освещения рекомендуется:

* Использовать комбинированное освещение (общее + местное);
* Применять светильники с люминесцентными лампами или LED-источниками света;
* Располагать источники света параллельно линии зрения работающего;
* Использовать антибликовые экраны и фильтры на мониторах;
* Обеспечить рациональное расположение рабочего места относительно оконных проемов.

**4.2.3 Защита от шума и электромагнитных излучений**

При разработке программного обеспечения с высокими вычислительными нагрузками (обработка больших массивов данных, сложные математические вычисления) возникает повышенный уровень шума от работающего оборудования и электромагнитных излучений, для снижения воздействия которых необходимо:

* Уровень шума на рабочем месте IT-специалиста не должен превышать 50 дБА;
* Напряженность электрического поля не должна превышать 25 В/м в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц и 2,5 В/м в диапазоне частот 2-400 кГц;
* Плотность магнитного потока не должна превышать 250 нТл в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц и 25 нТл в диапазоне частот 2-400 кГц;
* Поверхностный электростатический потенциал не должен превышать 500 В.

Для обеспечения этих требований рекомендуется:

* Использовать современное компьютерное оборудование с низким уровнем шума и электромагнитных излучений;
* Применять звукопоглощающие материалы и конструкции;
* Использовать защитные экраны для мониторов;
* Обеспечивать регулярное техническое обслуживание компьютерной техники;
* Соблюдать рекомендуемые расстояния между рабочими местами (не менее 2 м между мониторами).

**4.2.4 Организация рабочего места и режима труда**

Эргономичная организация рабочего места IT-специалиста, занимающегося разработкой веб-приложения для аппроксимации данных, должна обеспечивать комфортное положение тела и минимизировать нагрузку на опорно-двигательный аппарат:

* Рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной не менее 500 мм, глубиной на уровне колен не менее 450 мм;
* Оптимальная высота рабочей поверхности стола должна составлять 680-800 мм (регулируемая);
* Рабочий стул должен быть подъемно-поворотным, регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки;
* Монитор должен находиться на расстоянии 600-700 мм от глаз пользователя, верхний край экрана — на уровне глаз или чуть ниже;
* Клавиатура должна располагаться на расстоянии 100-300 мм от края стола.

Для профилактики переутомления и перенапряжения при разработке сложных алгоритмов необходимо соблюдать рациональный режим труда и отдыха:

* При непрерывной работе с компьютером необходимо делать перерывы: 15 минут через каждые 45-60 минут работы;
* Во время перерывов рекомендуется выполнять комплекс упражнений для глаз и опорно-двигательного аппарата;
* При интенсивной работе с большими объемами данных следует чередовать различные виды деятельности;
* Суммарное время непосредственной работы с компьютером без перерыва не должно превышать 2 часов.

**4.3 Электробезопасность при работе с вычислительной техникой**

При разработке веб-приложения для аппроксимации данных используется электронное оборудование, представляющее потенциальную опасность поражения электрическим током. Для обеспечения электробезопасности необходимо соблюдать следующие требования:

* Помещение, где располагается рабочее место IT-специалиста, должно быть оборудовано защитным заземлением в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации электроустановок;
* Все электрооборудование должно соответствовать требованиям электробезопасности и иметь соответствующие сертификаты;
* Необходимо периодически проводить проверку исправности электропроводки и электрооборудования;
* Запрещается использовать неисправное электрооборудование и самостоятельно производить ремонт электрических приборов;
* Рабочее место должно быть оборудовано устройствами защитного отключения;
* Компьютерное оборудование должно подключаться к электросети через сетевые фильтры для защиты от скачков напряжения.

Для снижения уровня статического электричества необходимо:

* Применять антистатические покрытия на рабочих поверхностях;
* Использовать нейтрализаторы статического электричества;
* Поддерживать оптимальный уровень влажности в помещении (не менее 40%);
* Проводить влажную уборку помещения.

**4.4 Противопожарная безопасность**

Рабочее место IT-специалиста должно соответствовать требованиям пожарной безопасности согласно Федеральному закону "О пожарной безопасности" и Правилам противопожарного режима в Российской Федерации:

* Помещение должно быть оборудовано автоматической системой пожарной сигнализации;
* Должны быть обеспечены пути эвакуации и свободный доступ к средствам пожаротушения;
* В помещении должны находиться первичные средства пожаротушения (огнетушители);
* Электропроводка и электрооборудование должны соответствовать требованиям пожарной безопасности;
* Запрещается использование электронагревательных приборов без специальных подставок;
* Необходимо периодически проводить инструктаж по пожарной безопасности.

**4.5 Комплекс мер по обеспечению безопасной работы**

Для минимизации воздействия опасных и вредных производственных факторов при разработке веб-приложения для аппроксимации данных с использованием JavaScript, WebAssembly, Vue 3, Vuetify 3 и Pinia, рекомендуется внедрение следующего комплекса мер:

1. **Организационные меры:**
   * Проведение регулярных инструктажей по охране труда;
   * Организация медицинских осмотров;
   * Контроль соблюдения режима труда и отдыха;
   * Обучение рациональным приемам работы.
2. **Технические меры:**
   * Оборудование рабочих мест в соответствии с эргономическими требованиями;
   * Поддержание оптимальных параметров микроклимата;
   * Обеспечение нормативного уровня освещенности;
   * Применение средств защиты от электромагнитных излучений.
3. **Медико-профилактические меры:**
   * Проведение производственной гимнастики;
   * Использование защитных очков при длительной работе с монитором;
   * Применение специальных программ для контроля режима труда и отдыха;
   * Создание комнаты психологической разгрузки.

**4.6 Заключение по разделу**

Анализ опасных и вредных производственных факторов, воздействующих на IT-специалиста при разработке веб-приложения для аппроксимации данных с использованием вариативных самостроящихся базисов, показал наличие комплекса физических, химических и психофизиологических факторов, требующих внимания с точки зрения безопасности труда.

Предложенный комплекс организационных, технических и медико-профилактических мер направлен на минимизацию негативного воздействия выявленных факторов и обеспечение безопасных условий труда. Особое внимание уделено эргономике рабочего места, оптимизации режима труда и отдыха, обеспечению нормативных параметров микроклимата, освещения и электробезопасности.

Реализация предложенных мероприятий позволит создать комфортные и безопасные условия труда для IT-специалиста, что повысит эффективность работы и минимизирует риск развития профессиональных заболеваний.

**Библиографический список**

1. ГОСТ 12.0.003-2015 «Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»
2. СанПиН 1.2.3685-2021 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»
3. Федеральный закон "О пожарной безопасности" от 21.12.1994 N 69-ФЗ
4. СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение»
5. СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах»