# **6 Экологическое обоснование проекта.**

## **6.1 Оценка технологической безопасности проектируемой инженерной системы**

Важнейшим аспектом в процессах разработки, эксплуатации и последующей утилизации платформы является обеспечение безопасности здоровья всех сотрудников, так или иначе взаимодействующих с продуктом. Соответственно, для оценки уровня технологической безопасности необходимо учитывать такие риски, которые связаны с непосредственной деятельностью в предполагаемой агрессивной радиационной среде, способной нанести прямой вред здоровью человека. Наряду с этим, нужно учитывать, что сама платформа ввиду эксплуатации в указанных условиях может стать потенциальным источником ионного излучения, что требует дополнительных строгих мер по дезактивации радиационно-технического комплекса (РТК).

В процессе разработки платформы я выполняю роль архитектора программного обеспечения, позволяющего инженерной системе выполнять установленные задачи, а также производить самодиагностику при запуске, исключая риск причинения вреда окружающей среде или обслуживающему персоналу.

Кроме того, в процессе проектирования и разработки платформы необходимо применять технологии и материалы, которые минимизируют вероятность радиационного загрязнения и облегчают последующую дезактивацию. Важно предусмотреть системы мониторинга радиационной обстановки и защиты персонала, а также разработать регламентированные процедуры для безопасного проведения всех работ, связанных с эксплуатацией и обслуживанием платформы. Не менее значимым аспектом является обучение и подготовка персонала к работе в условиях повышенного радиационного фона, что включает регулярные тренировки, проверку знаний и навыков, а также наличие необходимых средств индивидуальной защиты.

При утилизации платформы следует проводить тщательную оценку радиационного состояния всех ее компонентов, использовать специализированное оборудование и методики для их безопасного демонтажа и дезактивации. Особое внимание следует уделять транспортировке и хранению радиоактивных отходов, обеспечивая их изоляцию от окружающей среды и минимизацию риска облучения людей. Таким образом, обеспечение безопасности здоровья работников на всех этапах жизненного цикла платформы требует комплексного подхода, включающего технологические, организационные и образовательные меры, направленные на снижение радиационных рисков и защиту персонала.

# **6.1.1 Разработка мероприятий по охране труда при разработке ПО**

В ходе изучения норм, будут рассмотрены помещения, предназначенные для создания программного обеспечения (офисы). Разработка инженерных систем требует тщательного внимания к вопросам охраны труда, так как данный вид деятельности связан с высоким уровнем интеллектуальной нагрузки и требует создания безопасных и комфортных условий труда для работников офиса. В этом пункте пойдет речь об основных мероприятиях по охране труда работников офисных помещений, которые необходимо внедрить для достижения благополучия персонала [0].

На основании норм и ГОСТ, отвечающих за безопасные условия труда, является правильно организованное рабочее помещение. Поэтому следует уделить внимание следующим аспектам:

* Микроклимат
* Освещенность
* Уровень шума
* Эргономика
* Физическое здоровье
* Психоэмоциональное здоровье

Помещения где установлены компьютеры, микроклимат должен соответствовать санитарным нормам [1]. Освещенность в зоне рабочей области должна составлять 300-500 лк [2] и уровень шума, не превышающий 50 дБ считается удовлетворительным для работы в офисных помещения. Так в таблица 6.1.1.1 описывает требования приводимые к устройству освещения, шума и микроклимата в рабочем помещении офисных работников.

Таблица 6.1.0.1.1–Требования к офисным помещениям

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Описание |
| Освещение | Естественное и искусственное освещение, уровень освещенности не менее 500 люкс для помещений с высокой зрительной нагрузкой. |
| Микроклимат | Температура 22-25°C, влажность 40-60%, регулярное проветривание или кондиционирование. |
| Шум и вибрация | Уровень шума не более 50дБ, минимальные вибрации для работы человека |

Далее в таблице 6.1.1.2 описываются требования выполняемые к организации рабочих мест описанные в ГОСТ 12.2.032-78(действующий) [3].

Таблица 6.1.1.2–Требования рабочих мест

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Описание |
| Рабочие столы | Ширина не менее 1 м, глубина не менее 0.6 м, матовая поверхность. |
| Рабочие стулья | Регулируемая высота (420-530 мм), подлокотники, эргономичная спинка. |
| Освещение рабочих мест | Настольные лампы с регулируемой яркостью. |

К средствам быстрого считывания информации т.е. рабочим мониторам разработчиков, выдвигаются требования к расположению в вертикальной плоскости под углом +/- 15° от нормальной линии взгляда, визуальное представление требований представлено на рисунке X.X.

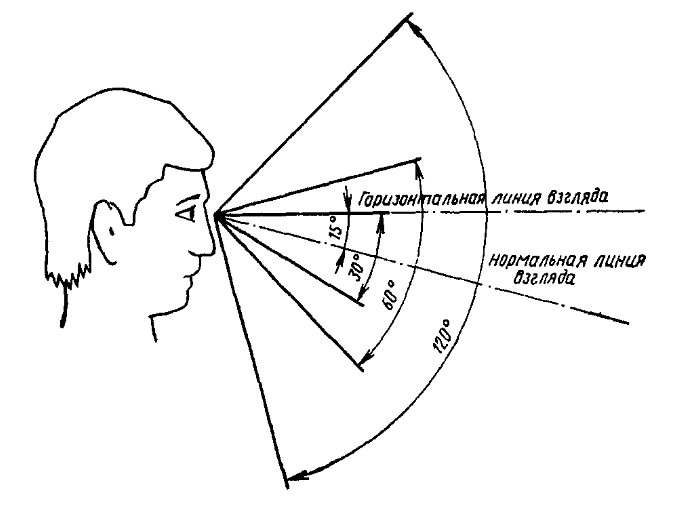


Рисунок 1–Зоны зрительного наблюдения в вертикали

Для соблюдения оптимальных условий труда и сохранения здоровья работников офисных помещений необходимо контролировать режимы труда и отдыха. Основные аспекты описаны в таблице 6.1.1.3–Режимы труда и отдыха.

Таблица 6.1.1.0.2–Режимы труда и отдыха

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Описание |
| Рабочие смены | Перерывы каждые 1.5-2 часа по 10-15 минут, легкие физические упражнения. |
| Психоэмоциональное напряжение | Создание комфортной рабочей сред, тренинги по управлению стрессом, спортивные мероприятия. |

Эти мероприятия по охране труда позволяют создать благоприятные условия для сотрудников офисных помещений, способствуя увеличению их производительности и снижению риска профессиональных заболеваний.

# **6.1.2 Разработка мероприятий по охране труда при эксплуатации ПО**

Требования к эксплуатации программного обеспечения схожи с требованиями к его разработке. Пользователь должен соблюдать режимы работы и отдыха за компьютером. Необходимо учитывать требования к расположению средств быстрого считывания, освещенности рабочего пространства и эргономичности предметов на рабочем столе.

Технологическое обеспечение оператора должно соответствовать минимально допустимым вычислительным ресурсам, которые позволяют комфортно использовать разработанное программное обеспечение. Некачественное технологическое обеспечение работников может привести к быстрой утомляемости, потере концентрации и ухудшению зрения при использовании ПО.

Микроклимат при использовании ПО должен быть в пределах 19-23 градусов Цельсия для комфортной работы. Относительная влажность должна составлять 40-60% для предотвращения сухости глаз и кожи при длительной работе за компьютером. Освещенность рабочего места должна быть не ниже 500 люкс, при этом важно учитывать эргономику рабочего пространства.

Отдельно стоит отметить, что необходимо помнить о безопасности использования электроприборов в ходе профессиональной деятельности. Электробезопасность должна обеспечиваться средствами электрозащиты, защитой от электрических и магнитных полей, а также конструкциями электроустановок согласно ГОСТ 12.1.019-2017 [5] .

# **6.2 Оценка экологической безопасности проектируемой инженерной системы**

Программное обеспечение не наносит прямого вреда окружающей среде, а лишь косвенный, посредством устройств, в которые оно встроено. По этой причине будет рассматриваться экологическая безопасность программного обеспечения и его использование на платформе. Экологическая безопасность ПО робототехнического комплекса включает оценку его воздействия на окружающую среду и разработку мер для минимизации негативных эффектов. Ключевыми аспектами анализа стали энергоэффективность, процесс утилизации оборудования, использование материалов и компонентов, тепловыделение и охлаждение, а также вероятные выбросы и отходы.

# **6.2.1 Разработка мероприятий по охране окружающей среды при разработке ПО**

В процессе разработки ПО должны соблюдаться требования, способствующие уменьшению затрат вычислительных ресурсов ПК и выполнения общей энергоэффективности робототехнической платформы в процессе тестирования.

Согласно статье исследовательской компании Gartner [6] некоторые прогрессивные тенденции позволяют сделать разработку ПО более экологичной. К основным тенденциям относятся:

* Во-первых, модернизация оборудования, используемого для разработки, так как устаревшие системы потребляют больше энергии и ресурсов для поддержания своей работы
* Во-вторых, использование облачных технологий и центров обработки данных (ЦОД) с экологическими сертификатами позволит снизить углеродный след.
* И особенно важной тенденцией является подход к утилизации старого оборудования. Ответственная утилизация предотвращает попадание вредных веществ в окружающую среду, запуская процесс вторичного использования материалов.

В ходе тестирования готового ПО на робототехнической платформе, стоит выполнять меры предосторожности, описанные требования безопасности в ТР ТС 004/2011 [7], во избежание перегрева и возгорания электрических комплектующих.

# **6.2.2 Разработка мероприятий по охране окружающей среды при эксплуатации и утилизации инженерной системы**

Процесс эксплуатации робототехнической системы, предназначенной для мониторинга радиоактивных частиц на реабилитационных территориях вовремя активного использования, имеет ряд факторов:

* Энергопотребление: Платформа требует значительных ресурсов, для полноценного функционирования всех ее компонентов, в процессе выполнения работ на территории.
* Тепловыделение: Рабочие компоненты выделяют тепло, что может способствовать созданию локального микроклимата.
* Износ оборудования: Радиоактивное воздействие приводит к износу деталей и их дальнейшей замены.

После выполнения работ на объекте необходимо проводить техническое обслуживание по замене изношенных деталей и проверке радиационной защиты, согласно пункту 3.4. Организации работ с источниками излучения СП 2.6.1.2612-10 [8]. После следует удаление и утилизация радиоактивных компонентов, следуя пунктам 4 приказа [9] в области использования атомной энергии.

В случае возможной дезактивация [10] зараженных частей платформы, производится максимально возможная очистка компонентов от радиационного загрязнения. В качестве защиты вычислительного уровня используется внешняя обшивка платформы, дезактивация нацелена на внешнюю поверхность обшивки. Чаще всего применяется химическая дезактивация, основанная на обработке покрытий дезактивирующими растворами.

Реализация любого способа дезактивации проходит в две стадии:

* Преодоление связи между радиоактивным веществом и поверхностью обрабатываемого объекта.
* Транспортировка радиоактивного вещества с обрабатываемой поверхности загрязненного объекта.

Однако, при выборе способа дезактивации необходимо учитывать кол-во жидких радиоактивных отходов, дозовые нагрузки персонала, а также экономические факторы.

Дальше производится переработка и утилизация электронных компонентов для дальнейшего использования. Процесс утилизации описывается в ГОСТ Р 55102-2012 [11].

Эксплуатация робототехнической платформы в условиях повышенного радиационного фона требует комплексного подхода к обеспечению экологической безопасности. Это включает меры по снижению энергопотребления и тепловыделения, регулярное техническое обслуживание и замену изношенных деталей, а также эффективную дезактивацию и утилизацию радиоактивных компонентов. Соблюдение указанных мер и стандартов позволяет минимизировать негативное воздействие на окружающую среду и обеспечивает безопасные условия труда для персонала.

## **6.3 Расчёт уровня шума**

В современных офисных помещениях используется множество электронных устройств, таких как мониторы, сканеры, принтеры, жесткие диски (HDD), вентиляторы, клавиатуры и мыши. Все эти устройства являются источниками шума, который может существенно влиять на комфорт и производительность сотрудников. Согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96(действующий) [12], уровень шума в офисных и производственных помещениях должен находиться в пределах допустимых значений, чтобы обеспечить благоприятные условия труда. В данной работе мы проведем расчет суммарного уровня шума от перечисленных устройств и определим его соответствие установленным нормам.

Шум в офисе не только влияет на концентрацию работоспособность сотрудников, но также может оказывать долговременное негативное воздействие на здоровье, вызывая стресс и усталость. Поэтому важно учитывать все возможные источники шума и их совокупное воздействие. Для этого используются специальные методы суммирования уровней звука, которые позволяют получить общий уровень шума.

Описание формулы, для суммарного уровня шума от нескольких источников используется следующая формула:

где:

* – суммарный уровень шума в дБ;
* – уровень шума от каждого отдельного источника дБ;
* – кол-во источников шума;

Эта формула позволяет корректно учитывать вклад каждого источника в общий уровень шума. Шумовые уровни в децибелах не складываются линейно, поскольку шкала децибел логарифмическая. Поэтому сначала каждый уровень шума преобразуется в линейную шкалу, после чего значения складываются, и результат вновь преобразуется в децибелы. Уровни шума от офисного оборудования указаны в таблице 6.3.1 и определим суммарный уровень шума таблица 6.3.2

Таблица 6.3.1 – Уровень шума офисного оборудования

|  |  |
| --- | --- |
| **Устройство** | **Уровень шума (дБ)** |
| Монитор | 25 |
| Сканер | 55 |
| Принтер | 55 |
| HDD-диск | 35 |
| Вентилятор | 40 |
| Клавиатура | 55 |
| Мышь | 25 |

Таблица 6.3.2 – Промежуточные значения расчета

|  |  |
| --- | --- |
| **Устройство** |  |
| Монитор | **316.23** |
| Сканер | **316227.77** |
| Принтер | **31227.77** |
| HDD-диск | **3162.28** |
| Вентилятор | **10000** |
| Клавиатура | **316227.77** |
| Мышь | **316.23** |

Таким образом, суммарный уровень шума в офисном помещении при работе всех указанных устройств составляет примерно 59.84 дБ. Это значение находится в пределах допустимого уровня шума для офисных помещений согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96, который составляет 50-65 дБ. Таким образом, уровень шума в данном помещении является приемлемым и не превышает установленных норм, что позволяет обеспечить комфортные условия труда для сотрудников. Тем не менее, рекомендуется проводить регулярный мониторинг шума и при необходимости принимать меры по его снижению, чтобы минимизировать потенциальное негативное воздействие на здоровье и продуктивность работников.

## **6.4 Вывод**

В рамках проекта по разработке робототехнической платформы была проведена комплексная оценка технологической и экологической безопасности. Определены меры по обеспечению здоровья и безопасности сотрудников при работе в агрессивной радиационной среде, включая процедуры дезактивации и утилизации оборудования. Разработаны мероприятия по охране труда и экологической безопасности, которые включают энергоэффективность, минимизацию радиационного загрязнения и безопасное обращение с радиоактивными отходами. Проведён расчёт уровня шума в офисных помещениях, подтверждающий соответствие установленным нормам. В результате обеспечены комфортные и безопасные условия труда, способствующие высокой производительности и снижению рисков для здоровья.

# **Список использованных информационных источников**

[0] <http://kremlin.ru/events/president/news/73986>

[1] <https://infogost.com/sanpin-2-2-4-548-96-gigienicheskie-trebovaniya-k-mikroklimatu-proizvodstvennyih-pomeshheniy/>

[2] <https://docs.cntd.ru/document/573500115/titles/8QI0M7>

[3] <http://rsmcapt29.ru/wp-content/uploads/2020/10/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2-12.2.032-78.-%D0%A0%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%87%D0%B5%D0%B5-%D0%BC%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%BE-%D1%81%D0%B8%D0%B4%D1%8F.pdf?ysclid=lwt2g3flhf965957614>

[4] <https://www.itweek.ru/management/article/detail.php?ID=229486>

[5] <https://chelyabinsk.teplofor.pro/wp-content/uploads/2023/04/gost12.1.019-2017electrobezopasnost.pdf>

[6] <https://www.itweek.ru/management/article/detail.php?ID=229486>

[7]<https://docs.cntd.ru/document/902299536?ysclid=lwuk2q0wqf230860487>

[8] [https://legalacts.ru/doc/postanovlenie-glavnogo-gosudarstvennogo-sanitarnogo-vracha-rf-ot-26042010-n\_1/#100025](https://legalacts.ru/doc/postanovlenie-glavnogo-gosudarstvennogo-sanitarnogo-vracha-rf-ot-26042010-n_1/%23100025)

[9] <https://docs.secnrs.ru/documents/nps/%D0%9D%D0%9F-020-15/%D0%9D%D0%9F-020-15.pdf?ysclid=lwulxqx6vb696848023>

[10] <https://elib.sfu-kras.ru/handle/2311/32629>

[11] <https://docs.cntd.ru/document/1200104723?ysclid=lwunjirchn29989137>

[12] <https://docs.cntd.ru/document/901703278>