Приложение №1 к договору на выполнение

научно- исследовательских, опытно-

конструкторских, технологических работ

от «\_\_\_» августа 2021 г. № Д/ФЭ/НИД/16863

|  |  |
| --- | --- |
| Согласовано:  Заместитель Управляющего фондом  «Энергия без границ»  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ (В.П. Чернов) «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2021 г. | Утверждаю:  Управляющий Фондом  «Энергия без границ»  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ (В.В. Пешков)  «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2021 г. |

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ**

* 1. на выполнение Разработки автоматизированной системы
  2. выявления дефектов поверхностей нагрева котлоагрегатов

**1. НАИМЕНОВАНИЕ РАБОТ, ПРЕДПОЛАГАЕМОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТ**

При выполнении работ необходимо разработать и испытать программно-аппаратный комплекс, позволяющий:

-автоматически производить обследование (съемку) поверхностей нагрева топки котлоагрегата с использованием беспилотного летательного аппарата (БПЛА) (включая, но не ограничиваясь) с формированием 3D модели объекта и изображений (фотоснимков) в предобработанном формате,

-распознавать дефекты поверхностей нагрева парового котла по полученным изображениям (фотоснимкам) с привязкой к местам их расположения.

Результаты выполнения НИОКР планируются к внедрению на энергообъектах энергокомпаний при проведении ремонтных работ, обеспечивающих снижение затрат на ремонт энергетических котлов и снижение числа аварий из-за своевременно не выявленных дефектов поверхностей нагрева.

**2. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ**

**2.1. Основание для выполнения работ**

Целевая программа поддержки научных исследований, опытно-конструкторских, опытно-технологических работ и инновационной деятельности Фонда «Энергия без границ», утверждена Решением Наблюдательного совета Фонда поддержки научной, научно-технической и инновационной деятельности «Энергия без границ» 30.12.02020, протокол № 49-20.

**2.2. Цели и задачи выполнения работ**

Цель работы:

Разработка программно-аппаратного комплекса (далее ПАК) для проведения автоматизированной дефектации поверхностей нагрева котлоагрегатов в объеме визуального и инструментального контроля (далее – ВИК), включающего в себя:

- беспилотный летательный аппарат (БПЛА) с оснасткой для съемки фото-видеоматериала и ПО для ориентирования и автоматизированного проведения обследования (получение фото видеоматериала с заданными характеристиками) трубной поверхности топки котлоагрегата;

- программа для автоматизированного распознавания и идентификации не менее 5-ти видов дефектов трубной поверхности топки котлоагрегата на основании полученного фото-видеоматериала.

Задачи:

1. Провести исследования по сегменту рынка «проведение автоматизированного обследования внутренней поверхности технологических объектов с использованием беспилотного летательного аппарата (БПЛА)»;
2. Провести первичное обследование условий работы БПЛА, условий ориентирования и ознакомление с требованиями к характеристикам фото непосредственно на объекте Заказчика.
3. Разработать и согласовать с Заказчиком уточненные технические требования к аппаратно-программной части БПЛА с учетом:

- проведенного исследования сегмента рынка;

- технических требований, утверждённых Заказчиком к выходному фото-видеоматериалу;

- данных обследования условий работы БПЛА и условий его ориентирования.

- определить список беспилотных летательных аппаратов, соответствующих установленным требованиям.

1. Адаптировать выбранный беспилотный летательный аппарат для выполнения задач ПАК.
2. Разработать ПО для БПЛА, позволяющее ориентироваться в топке котла и автоматизировано производить обследования (получение фото- видеоматериала с заданными характеристиками) трубной поверхности топки котлоагрегата;
3. Разработать и согласовать программу опытных испытаний Комплекса, включающего в себя БПЛА с оснасткой для съемки фото-видеоматериала, управляемого ПО для ориентирования и автоматизированного проведения обследования (съемки) трубной поверхности топки котлоагрегата.

Объект для проведения опытных испытаний утверждает Заказчик.

Критерии успешности опытных испытаний:

- Комплекс производит автоматизированную сьемку в пределах 100 % охвата зоны дефектовки, утверждённой Заказчиком;

- аппаратная часть оснастки БПЛА обеспечивает качество и объем фото-видеоматериала в соответствии с требованиями Заказчика.

Недостижение установленных критериев успешности, является основанием для Заказчика пересмотреть условия договора с Исполнителем или расторгнуть договор.

1. Доработать прототип демонстрационного (утилитарного) ПО, производящего анализ снимков с использованием выбранных алгоритмов для выявления дефектов и привязки выявленных дефектов в 3D модели объекта до коммерческой версии.
2. Систематизировать хранение результатов дефектации поверхностей нагрева, в том числе:

- формирование настраиваемой отчетности согласно запросам пользователей с возможностью статистической обработки результатов дефектации поверхностей нагрева по заданным критериям;

- выгрузка данных для структурных подразделений, отвечающих за ликвидацию дефектов и подразделений, контролирующих выполнение работ.

1. Разработать и согласовать программу опытных испытаний программно-аппаратного комплекса (далее ПАК) для проведения автоматизированной дефектовки поверхностей нагрева топки котлоагрегатов в объеме визуального и инструментального контроля (далее – ВИК), включающего в себя:

* беспилотный летательный аппарат (БПЛА) с оснасткой для съемки фото-видеоматериала и ПО для ориентирования и автоматизированного проведения обследования (получение фото-, видеоматериала с заданными характеристиками) трубной поверхности топки котлоагрегата;
* программа для автоматизированного распознавания и идентификации не менее 5-ти видов дефектов трубной поверхности топки котлоагрегата на основании полученного фото-видеоматериала.

Объект для испытаний ПАК утверждается Заказчиком и должен быть отличным от объекта, на котором был ранее испытан Комплекс (см. п. 7 раздела 2.2.2. Задачи).

Программа испытаний ПАК должна содержать, но ограничиваться следующими критериями успешности:

- в пределах установленной зоны обследования обеспечить распознавание не менее 5 видов дефектов с сходимостью не менее 98% относительно фактически зафиксированных дефектов на объекте.

- процесс полета БПЛА при проведении обследования (получения фото видео – материала) должен быть осуществлён без участия человека.

Недостижение установленных критериев успешности является основанием для Заказчика пересмотреть условия договора с Исполнителем или расторгнуть договор.

1. По результатам проведённых испытаний ПАК:

- Изготовить и передать Заказчику предсерийный образец ПАК в количестве 1 шт.

- Разработать рабочую конструкторскую документацию на неинвентарное оборудование ПАК (при наличии);

- Разработать и согласовать в установленном порядке Технические условия на изготовление ПАК.

- Разработать комплект эксплуатационной документации на ПАК в соответствии с требованиями, установленными в РФ.

- Разработать программу обучения «Эксплуатация ПАК автоматизированной дефектации поверхностей нагрева котлоагрегатов».

- Провести обучение персонала Заказчика по программе «Эксплуатация ПАК автоматизированной дефектации поверхностей нагрева котлоагрегатов» (см. п. 14 раздела 2.2.2 Задачи).

1. Провести маркетинговые исследования целевого сегмента рынка ПАК, в том числе определить диапазоны ценовой политики на основании ожиданий рынка, установить потенциальных потребителей продукции и/или услуг, предоставляемых с использованием ПАК.
2. На основании проведённых исследований рынка разработать бизнес-план возврата инвестиции в проект НИОКР с IRR>12%, учитывающий фактическую себестоимость изготовления и владения ПАК, предельные ценовые ожидания рынка, объем рынка в РФ.
3. Определить потенциальные выгоды для компаний Группы «Интер РАО» как потенциальных потребителей ПАК.
4. Провести подконтрольную промышленную эксплуатацию системы выявления дефектов поверхностей нагрева котлов минимум на двух энергообъектах, которая осуществляется выбранным и обученным персоналом под контролем разработчика. Скорректировать («настроить») алгоритмы ПАК выявления дефектов поверхностей нагрева котлов ТЭС по результатам опытно-промышленной эксплуатации. Ввести систему в постоянную эксплуатацию.
5. Представить на научно-техническом совете (далее - НТС) ПАО «Интер РАО» результаты завершенной работы.

**2.3. Актуальность работ**

В целях поддержания надежной и эффективной выработки э/энергии генерирующие компании осуществляют ремонтную деятельность. Процесс ремонта энергетического котла содержит в объеме работ обязательную составляющую в виде визуального осмотра и предварительной дефектации трубной поверхности нагрева котлоагрегата, в том числе для формирования ведомости дефектов и сметы на ремонт.

Визуальный контроль заключается в проверке состояния элементов оборудования с целью своевременного выявления признаков их непригодности для дальнейшей эксплуатации и соответственно предупреждения угрозы возникновения аварийной ситуации в результате их повреждения.

Следует выделить пять видов дефектов, которые могут быть определены в ходе ВИК:

**1. Крип** (деформация металла - ползучесть, под действием колебаний температур)

**2. Коррозия** (разрушение металла, окисление)

**3. Цвета побежалости** (вследствие теплового воздействия)

**4. Трещина, разрыв** (разрушение металла)

**5. Выход трубы (панели) из ряда** (повреждение дистанциирующего элемента крепления трубы (панели) к несущим элементам котла)

Результаты визуального осмотра сильно зависят от мнения сотрудников, производящих осмотр, и экспертов, что усиливает влияние человеческого фактора. Далее производятся непосредственно ремонтные работы, причем только те, которые включены в объемы (в том числе дополненные по результатам ВИК). Это означает, что часть лесов не используется в ходе ремонтных работ, так как не предусмотрены объемы ремонтных работ.

Исходя из вышесказанного, можно сформировать следующие предпосылки для реализации проекта:

-временные издержки на возведение лесов, используемых только для ВИК;

-стоимостные издержки на возведение-разборку лесов, используемых только для ВИК;

-влияние человеческого фактора на качество проведения ВИК.

Анализ научных исследований в области предмета разработки показал, что в настоящее время на рынке отсутствует ПАК для оценки дефектов поверхностей нагрева котлов ТЭС.

Ответственность за выполнение контроля металла в объеме и сроки, указанные в инструкциях, возлагается на руководителя организации - владельца оборудования. Решение о допуске оборудования электростанций к эксплуатации в пределах паркового ресурса принимает технический руководитель организации-владельца.

Ведомость дефектов поверхностей нагрева составляется подразделением предприятия, отвечающим за диагностику оборудования (лабораторией металлов) и утверждается техническим руководителем ТЭС.

Взаимодействие всех элементов системы контроля технического состояния основного оборудования осуществляется по правилам и требованиям, установленным в соответствующей ремонтной документации по типам оборудования

**2.4. Требования к срокам выполнения работ**

Срок начала работ – с момента заключения договора

Срок окончания работ – не более 12 месяцев с начала работ.

**2.5. Критерии успешности выполнения работ**

2.5.1. ПАК должен обеспечить:

- в пределах установленной зоны обследования обеспечить распознавание не менее 5 видов дефектов с сходимостью не менее 98% относительно фактически зафиксированных дефектов на объекте.

- процесс полета БПЛА при проведении обследования (получения фото видео – материала) должен быть осуществлён без участия человека.

2.5.2. Получено положительное заключение компании Группы «Интер РАО» ПАК в режиме опытно-промышленной эксплуатации.

2.5.3. Подготовлена коммерческая версия ПАК для оценки (распознавания) дефектов поверхностей нагрева котлов ТЭС, обеспечивающая возврат инвестиций в проект НИОКР с IRR >12% за счет продаж изделия и/или услуг на внутреннем рынке России.

**2.6. Предполагаемое использование результатов работы**

Применение ПАК в Группе «Интер РАО» с целью снижения затрат на обслуживание энергетического оборудования ТЭС и своевременное выявление дефектов на ранней стадии возникновения, снижение человеческого фактора при обходах и осмотрах энергетического оборудования.

Продажа коммерческой версии ПАК генерирующим компаниям в Российской Федерации.

**3. ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТ**

**3.1. Научные и научно-технические результаты выполнения работы и научная и научно-техническая продукция**

3.1.1. При выполнении работы должны быть получены следующие научно-технические результаты:

* отчет о патентных исследованиях в рамках обозначенной темы;
* отчет об исследованиях по сегменту рынка «обследования внутренний поверхности технологических объектов с использованием беспилотного летательного аппарата (БПЛА)»;
* Отчеты об испытаниях Комплекса и ПАК.
* Отчет о маркетинговых исследованиях по целевому сегменту рынка ПАК.
* Предсерийный образец ПАК.
* Комплект эксплуатационной документации и технические условия на ПАК.

3.1.2. При выполнении работы должна быть создана следующая научно-техническая продукция:

* программное обеспечение для автоматизированного управления БПЛА и проведения работ по обследованию (съемки) поверхностей нагрева топки котлоагрегата ТЭС с использованием беспилотного летательного аппарата (БПЛА);
* программное обеспечение для оценки (распознавания) дефектов поверхностей нагрева котлов ТЭС;
* Предсерийный образец ПАК.
* Комплект эксплуатационной документации и технические условия на ПАК.

**3.2. Требования к способам выполнения работ**

3.2.1. Общие требования

3.2.1.1. При выполнении НИОКР учесть требования:

* Требования по оформлению выходной документации (п. 3.3);
* Применимых положений государственных стандартов в области информационных технологий;
* Тестирование и приемка ПО производится согласно методике приемосдаточных испытаний.

3.2.2. Требования к ПАК.

3.2.2.1. Язык программирования пользовательского ПО необходимо обосновать и согласовать с Заказчиком НИОКР.

3.2.2.2. Внешний вид интерфейса на стадии разработки согласуется с Заказчиком.

3.2.2.3. Иерархическая модель результатов, содержащихся в базе данных, должна быть представлена в виде «дерева».

3.2.3. Требования Исполнителя по составу и объему Исходных данных

Заказчик оказывает содействие в получении необходимых исходных данных от Объектов Группы «Интер РАО».

**3.3. Требования к порядку подготовки и передачи заказчику документов при оказании услуг и их завершении**

3.3.1. В ходе работы должны быть разработаны, согласованы и утверждены установленным порядком следующие документы:

3.3.1.1. Промежуточные (на каждом этапе) отчеты о работе, оформленные в соответствии ГОСТ 7.32-2001 (далее – Отчеты);

3.3.1.2Отчет о патентных исследованиях, оформленный в соответствии с ГОСТ Р 15.011-96;

3.3.1.3. Отчеты о маркетинговых исследованиях РИД и иные аналитические документы для последующей коммерциализации.

3.3.1.4. Программная документация коммерческого использования согласно применимым положениям в соответствии с ГОСТ 19 (ЕСПД), ГОСТ 34 (комплекс стандартов на автоматизированные системы), включая в обязательном порядке:

* Инструкцию пользователя;
* Инструкция по развертыванию ПАК;
* Инструкция по устранению проблем.

3.3.1.5. Документы для представления в Роспатент с целью оформления прав на РИД, указанный в п. 3.1.2.

3.3.1.6. Материалы для представления на НТС ПАО «Интер РАО» согласно п.п.10 п. 2.2.2 настоящего ТЗ.

3.3.1.7. Бизнес-план создания и продаж ПАК и Финансово-экономическая модель эффективности внедрения ПАК (для покупателя, пользователя ПАК) в соответствии с требованиями и исходными данными, представленными Заказчиком в рабочем порядке.

3.3.1.8. Акты по результатам лабораторного тестирования.

3.3.1.9. Акты: ввода по результатам опытно-промышленной эксплуатации, ввода в постоянную эксплуатацию.

При разработке программной документации учесть применимые положения стандартов системы ЕСПД, включая:

ГОСТ 19.101-77 «Единая система программной документации. Виды программ и программных документов»;

ГОСТ 19.102-77 «Единая система программной документации. Стадии разработки;

ГОСТ 19.105-78 «Единая система программной документации. Общие требования к программным документам»;

ГОСТ 34.003-90. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Термины и определения.

ГОСТ 34.601-90. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания.

РД 50 34.698-90. Методические указания. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Требования к содержанию документов.

РД 50 680-88. Методические указания. Автоматизированные системы. Основные положения.

**3.4. Технические требования к результатам ОКР**

Перечень компонентов программно-аппаратного комплекса, передаваемых Заказчику после выполнения НИОКР:

* + 1. Беспилотный летательный аппарат и полезная нагрузка.
    2. Автоматизированное рабочее место оператора БПЛА (станция оператора) на планшетном компьютере с ОС на базе Android или Windows 10, с предустановленным программным обеспечением управлением и связи с БПЛА;
    3. Автоматизированное рабочее место на персональном компьютере (ноутбук, инженерная станция), с предустановленным программным обеспечением системы выявления дефектов поверхностей нагрева топки котлоагрегатов ТЭС с применением БПЛА;
    4. БПЛА будет представлять собой мультикоптер, включающий следующие компоненты:
* рама, двигатели, винты;
* полетный контроллер;
* бортовой вычислитель;
* система бортового позиционирования, основанная на сканирующих лазерных дальномерах, ультразвуковых и оптических сенсорах;
* фотокамера разрешения высокой четкости (не хуже 1280\*720 пикселей);
* фотокамера привода на посадку, одновременно являющаяся резервной камерой;
* светодиодная подсветка.

Окончательный перечень оборудования для оснащения БПЛА будет определен по результатам НИОКР.

Требования к БПЛА (беспилотный летательный

аппарат):

* длительность полета до 6 часов;
* условия - тяга до 5 мм вод ст.,
* температурный коридор - от 0 до 30ºC, влажность воздуха - не более 90%.

Исполнителем работ может быть предложен другой вариант исполнения БПЛА, обеспечивающий все вышеперечисленные к нему требования в рамках полетного задания для съемки поверхностей нагрева топки котлоагрегата.

* + 1. Автоматизированное рабочее место оператора БПЛА (станция оператора) на планшетном компьютере с ОС на базе Android или Windows 10, с предустановленным программным обеспечением управлением и связи с дроном;
    2. Автоматизированное рабочее место на персональном компьютере (ноутбук, инженерная станция), с предустановленным программным обеспечением системы выявления дефектов поверхностей нагрева топки котлоагрегатов ТЭС с применением БПЛА;

3.4.5. Требования к функциональным возможностям ПО.

3.4.5.1. Программное обеспечение по распознаванию дефектов должно выполнять:

* в пределах установленной зоны обследования распознавание 5 видов дефектов с сходимостью не менее 98% относительно фактически зафиксированных дефектов на объекте.
* определение места расположения каждого дефекта в 3D модели, с координатами каждого найденного дефекта в локальных координатах топки котла;
* обозначение на электронном формуляре выявленного дефекта;
* накопление сведений о выявленных дефектах в электронном формуляре – базе данных сбора информации о проведенных осмотрах;
* представление результата осмотра на дату его выполнения в виде текстового файла, который включает имя файла графического изображения, вид дефекта и степень его развития.
* постоянное самообучение с учетом внесения фактических данных по выявленным дефектам в случаях уточнения результатов осмотров с использованием существующих методов.

3.4.6. Требования к принципам применения БПЛА:

* Заказчиком определяется объем и координаты топки для облета БПЛА в части основных точек траектории полета и точек съемки;
* Маршрут облета БПЛА формируется обученными специалистами Исполнителя. По результатам выполнения работы, разработанное ПО «для автоматизированного обследования (съемки) объектов с использованием беспилотного летательного аппарата (БПЛА)», а также ПАК системы выявления дефектов поверхностей нагрева топки котлоагрегатов ТЭС с применением БПЛА с применением БПЛА должны позволять формировать (корректировать) маршрут облета специалистами Заказчика;
* Должно быть проведено обучение специалистов Заказчика эксплуатации и обслуживанию ПАК системы выявления дефектов поверхностей нагрева котлоагрегатов специалистами исполнителя в т. числе формированию маршрутов облета;
* По команде оператора БПЛА будет осуществлять полет по заданному маршруту, точность пилотирования будет определена по результатам НИОКР;
* БПЛА будет осуществлять съемку с помощью фото-, видео-камеры в режиме постоянного полета (при его оснащении проводной системой питания) или в режиме периодического полета (с подзарядкой или заменой элементов электропитания);
* Должна быть обеспечена функция детального (углубленного) осмотра состояния поверхностей нагрева в топке котлоагрегата при облете по заданному маршруту;
* После возвращения БПЛА (окончание съемки, либо подзарядка элементов электропитания) будет осуществляться передача данных в программное обеспечение для оценки (распознавания) дефектов поверхностей нагрева топки котлоагрегатов ТЭС, где происходит их обработка;
* Система облета БПЛА должна обеспечивать безопасность оператора Заказчика при постоянной эксплуатации системы;
* Характеристики ПАК системы выявления дефектов поверхностей нагрева топки котлоагрегатов с применением БПЛА в части степени автоматизации поиска дефектов, точности локализации дефектов будут определены в процессе выполнения НИОКР на основе анализа возможностей оборудования.

3.4.7. Состав разработки/продукции

Программная часть должна состоять из прикладного клиентского ПО, управляющего обработкой, архивированием, визуализацией и доступом к данным. Требования к операционной системе должны быть согласованы с Заказчиком. Программное обеспечение системы выявления дефектов поверхностей нагрева топки котлоагрегатов с применением БПЛА должно представлять собой приложение, позволяющее обрабатывать данные фото-видеосъемки БПЛА, полученные в результате полета в топке котлоагрегата, в автоматизированном режиме выявлять дефекты поверхностей нагрева топки котлоагрегатов. Перечень дефектов, которые возможно обнаружить, учтен в прототипе ПО выявления дефектов поверхностей нагрева топки котлоагрегатов. Система автоматизированного выявления дефектов поверхностей нагрева топки котлоагрегатов должна использовать алгоритмы машинного зрения и нейронных сетей. Определенная часть найденных дефектов будет передаваться эксперту для ручной разметки и служить для дальнейшего непрерывного обучения системы. Прикладное ПО должно быть построено на базе стандартных пакетов. Должна быть применена технология big data. Должна быть организована передача данных на ПК по защищенным сетям.

* Программное обеспечение оператора БПЛА будет представлять собой приложение для планшетного компьютера (ОС Android или Windows 10) и обладать следующими функциями:
* возможность осуществлять старт и остановку полета по маршруту;
* отображение телеметрии с БПЛА (заряд аккумуляторных батарей, состояние бортовых систем);
* отображение фото-, видеосъемки, получаемой с БПЛА.

3.4.8. Требования по стандартизации, унификации, совместимости и взаимозаменяемости.

При выполнении работ должны применяться только стандартные промышленные цифровые интерфейсы и протоколы.

При выполнении работ должны применяться только стандартные системы управления базами данных. Должна быть обеспечена поддержка SQL-запросов из внешних приложений.

* При выполнении работ должны применяться только стандартные промышленные цифровые интерфейсы и протоколы.
* При выполнении работ должны применяться только стандартные системы управления базами данных. Должна быть обеспечена поддержка SQL-запросов из внешних приложений.

3.4.9. Требования к хранению данных.

Создание базы данных:

* С набором изображений, которые содержат конвертированные варианты с различным разрешением (не менее двух уровней) и с различной контрастностью (не менее двух уровней);
* с изображениями, как без дефектов, так и с дефектами в соответствии с разработанной классификацией дефектов.

3.4.10. Обучение искусственного интеллекта:

* для разных наборов изображений (снимки с различной разрешением и контрастностью) и нескольких методов машинного обучения;
* выявление аномалии по изображениям без определения того или иного дефекта;
* соотношение обучающей выборки к тестируемому набору снимков должно быть не менее 60/40 и не более 80/20.

3.4.11. Использование оптимальных решений для выявления дефектов по изображениям:

* выявление дефекта с использованием не менее двух различных алгоритмов.

формирование минимальных требований к изображениям для получения требуемой точности выявления дефектов.

**3.5. Технико-экономические показатели результатов ОКР**

3.5.1 Основные технико-экономические требования

3.5.1.1. ПАК системы выявления дефектов поверхностей нагрева топки котлоагрегатов с применением БПЛА должен обеспечить снижение затрат на ремонт энергетических котлов и снижение числа аварий из-за своевременно не выявленных дефектов поверхностей нагрева для компаний Группы «Интер РАО».

3.5.1.2. Должна быть проведена технико-экономическая оценка рыночного потенциала полученных результатов НИОКР на предмет возврата инвестиций в проект с IRR ниже 12%, в том числе маркетинговые и/или аналитические исследования рынка, финансово-экономическое моделирование возврата инвестиций за счет коммерциализации готового продукта на рынке РФ.

3.5.2 Требования к достижению программных индикаторов и показателей

3.5.2.1. Соответствие тематике одной из технологических платформ:

* Экологически чистая тепловая энергетика высокой эффективности.

3.5.2.2. Количество результатов интеллектуальной деятельности, которым предоставляется правовая охрана – 2 РИД.

3.5.2.3. Рассчитать значения программных индикаторов, приведенных ниже, улучшению которых способствует данная работа:

* Выбросы CO2 на единицу генерируемой электроэнергии
* Удельный расход топлива на отпуск электрической энергии.
* Удельный расход топлива на отпуск тепловой энергии.
* Количество персонала на 1 МВт установленной мощности.
* Изменение эксплуатационного КПД.
* Иные положительные эффекты.

3.5.3. Требования о соответствии классу нематериальных активов

Разработка программных (программно-аппаратных) комплексов.

3.5.4. Возможность отделения результата работ

Результат работ должен быть отделим. ПО устанавливается на любом ПК в составе ПАК, соответствующем определенным требованиям.

Результат тиражирования ПАК на другие объекты возможен.

**3.6. Требования к последовательности этапов выполнения и содержанию работ**

Работа выполняется в 3 этапа.

3.6.1. **Этап 1.** Аналитический и патентный обзор (НИР).

(Стадия: Исследование).

3.6.1.1. Содержание выполняемых работ:

* Провести исследования по сегменту рынка «проведение автоматизированного обследования внутренний поверхности технологических объектов с использованием беспилотного летательного аппарата (БПЛА)»;
* Провести патентные исследования по решениям научно-технических задач, поставленных в проекте НИОКР;
* Провести первичное обследование условий работы и условий ориентирования беспилотного летательного комплекса непосредственно на объекте Заказчика.
* Разработать и согласовать с Заказчиком уточненные технические требования к аппаратно-программной части БПЛА с учетом:

- проведенного исследования сегмента рынка;

- технических требований, утверждённых Заказчиком к выходному фото-видеоматериалу;

- данных обследования условий работы и условий ориентирования беспилотного летательного комплекса.

3.6.1.2. Перечень передаваемой документации:

* Отчёт о НИР содержащий:
* Отчёт о патентном поиске,
* Отчёт о маркетинговых исследованиях.
* Оценка возможности разработки ПО для управления БПЛА с учетом условий и особенностей объектов на которых планируется автоматизировать процесс обследования (получения фото видеоматериала с заданными характеристиками);
* Уточненные технические требования к аппаратно- программной части БПЛА.

3.6.1.3. Результат выполнения работ:

Отчет о НИР и уточненные технические требования к аппаратно - программной части БПЛА.

3.6.1.4. Длительность выполнения этапа – 2 месяца.

3.6.2. **Этап 2**. Разработка алгоритмов и прикладного программного обеспечения для интеграции на выбранный беспилотный летательный аппарат с проведением испытаний.

(Стадия: Разработка, ОКР).

3.6.2.1. Содержание выполняемых работ:

* Адаптация выбранного беспилотного летательного аппарата для выполнения задач ПАК.
* Разработка ПО для БПЛА, позволяющего ориентироваться в топке котла и автоматизировано производить обследования (получение фото- видеоматериала с заданными характеристиками) трубной поверхности топки котлоагрегата;
* Разработка и согласование программы опытных испытаний Комплекса, включающего в себя БПЛА с оснасткой для сьемки фото-видеоматериала, управляемого ПО для ориентирования и автоматизированного проведения обследования (съемки) трубной поверхности топки котлоагрегата.

Объект для проведения опытных испытаний утверждает Заказчик.

После утверждения Объекта для проведения опытных испытаний Исполнитель согласовывает с Объектом и выполняет за свой счет подготовку топки котлоагрегата Объекта для проведения тестирования элементов ПАК и последующих испытаний ПАК. Готовность топки котлоагрегата Объекта для проведения тестирования и испытаний ПАК подтверждается чистотой поверхностей нагрева всего объема топки, отсутствием температуры воздуха в топке ниже 0˚ С, отсутствием тяги на уровне 5 мм вод ст. для обеспечения возможности качественной съемки состояния поверхностей нагрева топки.

Критерии успешности опытных испытаний:

- комплекс производит автоматизированную сьемку в пределах 100 % охвата зоны дефектовки, утверждённой Заказчиком;

- аппаратная часть оснастки БПЛА обеспечивает качество и объем фото-видеоматериала в соответствии с требованиями Заказчика.

Недостижение установленных критериев успешности, является основанием для Заказчика пересмотреть условия договора с Исполнителем или расторгнуть договор.

* Доработка прототипа демонстрационного (утилитарного) ПО, производящего анализ снимков с использованием выбранных алгоритмов для выявления дефектов и привязки выявленных дефектов в 3D модели объекта до коммерческой версии;
* Систематизация хранения результатов дефектации поверхностей нагрева, в том числе:

- формирование настраиваемой отчетности согласно запросам пользователей с возможностью статистической обработки результатов дефектации поверхностей нагрева по заданным критериям;

- выгрузка данных для структурных подразделений, отвечающих за ликвидацию дефектов и подразделений, контролирующих выполнение работ.

* Разработка и согласование программы опытных испытаний программно-аппаратного комплекса (далее ПАК) для проведения автоматизированной дефектовки поверхностей нагрева топки котлоагрегатов в объеме визуального и инструментального контроля (далее – ВИК), включающего в себя:
* беспилотный летательный аппарат (БПЛА) с оснасткой для съемки фото-видеоматериала и ПО для ориентирования и автоматизированного проведения обследования (получение фото видеоматериала с заданными характеристиками) трубной поверхности топки котлоагрегата;
* программа для автоматизированного распознавания и идентификации не менее 5-ти видов дефектов трубной поверхности топки котлоагрегата на основании полученного фото-видеоматериала.

Объект для испытаний ПАК утверждается Заказчиком и должен быть отличным от объекта, на котором был ранее испытан Комплекс (см. подпункт 6 п.2.2.2. раздела 2.2. подпункт 3.6.2.3. п.3.6.2 раздела 3.6. настоящего ТЗ).

Программа испытаний ПАК должна содержать, но не ограничиваться следующими критериями успешности:

- в пределах установленной зоны обследования обеспечить распознавание не менее 5 видов дефектов с сходимостью не менее 98% относительно фактически зафиксированных дефектов на объекте.

- процесс полета БПЛА при проведении обследования (получения фото видео – материала) должен быть осуществлён без участия человека.

Недостижение установленных критериев успешности, является основанием для Заказчика пересмотреть условия договора с Исполнителем или расторгнуть договор.

* По результатам проведённых испытаний ПАК:

- Изготовление и передача Заказчику предсерийного образца ПАК в количестве 1 шт.

- Разработка рабочей конструкторской документации на неинвентарное оборудование ПАК (при наличии);

- Разработка и согласование в установленном порядке Технических условий на изготовление ПАК.

- Разработка комплекта эксплуатационной документации на ПАК в соответствии с требованиями установленными в РФ.

- Разработка программы обучения «Эксплуатация ПАК автоматизированной дефектации поверхностей нагрева котлоагрегатов».

- Проведение обучения персонала Заказчика по программе «Эксплуатация ПАК автоматизированной дефектации поверхностей нагрева котлоагрегатов».

* Разработка и получение прав на объект интеллектуальной собственности:

- Программа для ЭВМ для управления БПЛА;

- Программа для ЭВМ по оценки (распознавания) дефектов поверхностей нагрева топки котлоагрегатов ТЭС.

Наименование РИД уточняется в процесс работы.

* Выполнение ТЭР на основе статистики и архивной документации по данным Заказчика, обосновывающего эффективность применения ПАК выявления дефектов поверхностей нагрева топки котлоагрегатов ТЭС с применением БПЛА в соответствии с методиками Заказчика.

3.6.2.2. Перечень передаваемой документации:

* Методика приемосдаточных испытаний ПАК системы выявления дефектов поверхностей нагрева топки котлоагрегатов ТЭС с применением БПЛА;
* Отчеты об испытаниях Комплекса и ПАК.
* Предсерийный образец ПАК.
* Комплект эксплуатационной документации и технические условия на ПАК.
* программное обеспечение для автоматизированного управления БПЛА и проведения работ по обследования (съемки) поверхностей нагрева топки котлоагрегата ТЭС с использованием беспилотного летательного аппарата (БПЛА);
* программное обеспечение для оценки (распознавания) дефектов поверхностей нагрева котлов ТЭС;
* Комплект эксплуатационной документации и технические условия на ПАК.
* Документы на получение прав интеллектуальной собственности на 2 РИД.

3.6.2.3. Результат выполнения работ:

* Отчеты об испытаниях Комплекса и ПАК.
* Предсерийный образец ПАК.
* Комплект эксплуатационной документации и технические условия на ПАК.
* программное обеспечение для автоматизированного управления БПЛА и проведения работ по обследования (съемки) поверхностей нагрева топки котлоагрегата ТЭС с использованием беспилотного летательного аппарата (БПЛА);
* программное обеспечение для оценки (распознавания) дефектов поверхностей нагрева котлов ТЭС;
* Комплект эксплуатационной документации и технические условия на ПАК.
* Документы на получение прав интеллектуальной собственности на 2 РИД.

3.6.2.4. Длительность выполнения этапа – 4 месяца.

3.6.3. **Этап 3.** Проведение опытно-промышленной эксплуатации ПАК с использованием данных энергообъекта. Разработка финансово-экономической модели внедрения в Группе «Интер РАО» и бизнес-плана продаж коммерческой версии ПАК. Проведение маркетингового и/или аналитического исследования**.**

(Стадия: Разработка. Исследования).

3.6.3.1. Содержание выполняемых работ:

* Осуществление подконтрольной опытно- промышленной эксплуатации ПАК, в том числе:
* Проведение эксплуатации ПАК на 2 -х объектах Группы «Интер РАО» в сопровождении Исполнителя.
* Устранение выявленных замечаний в ходе опытно-промышленной эксплуатации ПАК, доработка ПАК (при необходимости).
* Проведение маркетинговые исследования целевого сегмента рынка ПАК, в том числе определить диапазоны ценовой политики на основании ожиданий рынка, установить потенциальных потребителей продукции и/или услуг, предоставляемых с использованием ПАК.
* Разработка бизнес-плана возврата инвестиций в проект НИОКР с IRR>12% на основании проведённых исследований рынка, учитывающую фактическую себестоимость изготовления и эксплуатации ПАК, предельные ценовые ожидания рынка, объем рынка в РФ.
* Определение потенциальных выгод для компаний Группы «Интер РАО» как потенциальных потребителей ПАК.
* Представление на НТС ПАО «Интер РАО» результатов завершенной работы.

3.6.3.2. Перечень передаваемой документации:

* Программа и отчет по проведению опытно-промышленной эксплуатации ПАК.
* Отчет о проведённых маркетинговых исследованиях применимости результатов НИОКР.
* Бизнес-план с технико-экономической оценкой рыночного потенциала ПАК.
* Финансово-экономическая модель выгод для компаний Группы «Интер РАО» как потенциальных потребителей ПАК.
* Документы для представления результатов НИОКР на НТС ПАО «Интер РАО» (резюме и презентация работы).

3.6.3.3. Результат выполнения работ:

* Отчет о результатах опытно-промышленной эксплуатации ПАК.
* Бизнес-план возврата инвестиции в проект НИОКР;
* Технико-эконмическое обоснование выгод для потенциальных потребителей ПАК.

3.6.3.4. Длительность выполнения Этапа - 6 месяцев.

**3.7. Требования к патентной чистоте и патентоспособности**

3.7.1 На этапе 1 выполнения работы должны быть проведены патентные исследования в соответствии ГОСТ Р 15.011-96.

3.7.2 На остальных этапах работы при разработке результатов, способных к правовой охране (в соответствии со ст. 1225 ГК РФ), должны быть проведены дополнительные патентные исследования в соответствии с ГОСТ Р 15.011-96.

3.7.3 Должны быть представлены сведения об охранных и иных документах, которые будут препятствовать применению результатов Работ в Российской Федерации (и в других странах – по требованию Заказчика), и условия их использования с представлением соответствующих обоснованных предложений и расчетов.

3.7.4. По результатам работ Заказчик имеет право оформить регистрируемый РИД - Свидетельство о государственной регистрации программного обеспечения, правообладателем которого будет являться Заказчик.

3.7.5. Невозможность регистрации Исполнителя в качестве правообладателя по данному программному обеспечению либо программному обеспечению со схожим функционалом по автоматизированному распознаванию дефектов на поверхностях нагрева котлоагрегатов тепловых электростанций в течении срока выполнения проекта и одного года с даты завершения договора.

**3.8. Перечень РИД, которым предоставляется правовая охрана**

3.8.1. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ для автоматизированного обследования (съемки) поверхностей нагрева топки котлоагрегата ТЭС с использованием беспилотного летательного аппарата.

3.8.2. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ для оценки дефектов поверхностей нагрева топки котлоагрегатов ТЭС.

**3.9. Требования к организационному обеспечению работ**

В период выполнения НИОКР должен быть организован допуск к выполнению работ с использованием нарядно-допускной системы ТЭС и организационных мер безопасности работников.

**3.10. Требования безопасности**

Организация опытных полетов БПЛА в период выполнения НИОКР должна обеспечивать технические мероприятия по безопасности работников цехов предприятия, в котором будут производиться опытные полеты. Контроль полетов беспилотного летательного аппарата в процессе испытания должен осуществляться оператором, имеющим документ государственного образца, подтверждающий квалификацию оператора беспилотного летательного аппарата.

**3.11. Требования к гарантийным обязательствам**

Исполнитель обязан обеспечить дистанционную техническую поддержку и устранение отклонений в работе ПАК в течение 12 месяцев после сдачи результатов работы.

**3.12. Требования к порядку привлечения субподрядчиков**

Исполнитель для выполнения работ, указанных в ТЗ, может привлекать субподрядные организации. При этом объем работ, выполняемых привлекаемыми субподрядными организациями, не должен превышать 50% от объема работ по договору. Привлечение субподрядной организации письменно согласовывается с Заказчиком.

**4. ПОРЯДОК ФОРМИРОВАНИЯ КОММЕРЧЕСКОГО ПРЕДЛОЖЕНЯ УЧАСТНИКА, ОБОСНОВАНИЯ ЦЕНЫ, РАСЧЕТОВ, ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ БАНКОВСКИХ ГАРАНТИЙ**

4.1. Участник закупки должен представить структуру цены предложения Участника в соответствии с формой Приложения №3 к закупочной документации. Структура цены должна быть направлена Участником в составе предложения в электронной форме (таблица MS Excel, 11 листов в файле Структура цены.xlsx, первый лист которой соответствует Типовой форме калькуляции стоимости выполнения работ по проекту НИОКР – Приложение №1 к настоящему техническому заданию)

4.2. Оплата производится в соответствии с договором.

4.3. Предоставление банковских гарантий не требуется.

**5. ТРЕБОВАНИЯ К УЧАСТНИКАМ ЗАКУПКИ**

**5.1. Требования о наличии кадровых ресурсов и их квалификации**

Наличие у Участника закупки квалифицированных кадров, обладающих компетенциями в отношении постановок задач, методов и технологий их решения не менее чем в одной из областей (более одной области - желательное требование - будет являться преимуществом), подтверждаемое документами об образовании или повышения квалификации специалистов:

5.1.1. Разработка методик распознавания дефектов на поверхностях различной конфигурации;

5.1.2. Разработка программного обеспечения для распознавания отклонений в изображениях деталей промышленного оборудования с использованием нейронных сетей.

5.1.3. Разработка программного обеспечения для автоматизированного обследования (съемки) объектов с использованием беспилотного летательного аппарата (БПЛА).

5.1.4. Разработка прикладного программного обеспечения, осуществляющего облачные вычисления, а также многопользовательский доступ к данным, хранящимся в распределенных базах данных (далее - БД).

5.1.5. Разработка программы и методики испытаний комплексов с беспилотными летательными аппаратами.

5.1.6. Эксплуатация и обслуживание беспилотных летательных аппаратов (с подтверждающими документами).

5.1.7. Разработка прикладного программного обеспечения, осуществляющего облачные и туманные вычисления, а также многопользовательский доступ к данным, хранящимся в распределенных базах данных (далее - БД).

* + 1. Диагностика и ремонт тепломеханического оборудования ТЭС (допускается привлечение персонала специалистов, имеющих опыт диагностики и ремонта котельного оборудования ТЭС).
  1. **Требования о наличии материально-технических ресурсов**

Наличие компьютерного оборудования в количестве не менее 4 комплектов ПЭВМ, кроме того, наличие отдельного сервера вычислительной мощности, позволяющей без привлечения сторонних ресурсов решать задачи обработки данных машинного зрения и задачи искусственного интеллекта.

Желательное требование (будет являться преимуществом) - принадлежность участника закупки (организации исполнителя и/или субисполнителя) к ВУЗу или научной организации, имеющей в своем составе лаборатории (кафедру, др. специализированное подразделение) для решения задач искусственного интеллекта.

Желательное требование (будет являться преимуществом) - принадлежность участника закупки (организации исполнителя и/или субисполнителя) к ВУЗу или научной организации, имеющей в своем составе лаборатории (кафедру, др. специализированное подразделение) для решения задач создания и применения БПЛА.

* 1. **Требования о наличии действующих разрешений, аттестаций, лицензий:**

Не требуются

**5.4. Требования о наличии сертифицированных систем менеджмента**

Сертификат соответствия системы менеджмента качества в области разработки программно-аппаратных средств и составных частей авиационных комплексов (желательное требование – будет являться преимуществом).

**5.5. Требования о наличии аккредитации в Группе «Интер РАО»**

В случае если Участники закупки является аккредитованным лицом в рамках системы добровольной аккредитации в Группе «Интер РАО» в качестве поставщика товаров, работ, услуг, являющихся предметом настоящей закупки, то такой Участник должен приложить копию действующего Свидетельства об аккредитации в Группе «Интер РАО».

**5.6. Требования к опыту выполнения аналогичных работ**

Наличие у Участника закупки (потенциального исполнителя или соисполнителя по работе) подтверждённых продаж (внедрений) коммерческих версий программных продуктов, реализующих программы распознавания объектов при помощи средств машинного зрения и/или с применением БПЛА или других автоматизированных роботизированных комплексов в количестве: - **не менее 2 (двух)** исполненных программных продуктов **за последние 5 (пять)** лет предшествующих дате подачи заявки на участие в данной закупке.

Желательное требование (будет являться дополнительным преимуществом в размере 2 баллов согласно руководству по экспертной оценке), если среди данных указанных программных продуктов будет присутствовать внедрение в организациях электроэнергетики.

Желательное требование (будет являться дополнительным преимуществом в размере 1 балла согласно руководству по экспертной оценке), если среди данных указанных программных продуктов будет присутствовать внедрение в организациях топливно-энергетического комплекса или машиностроения.

**5.7. Требования к субподрядным организациям**

Требования, указанные в пунктах 5.1.÷5.6. применимы к привлекаемым участниками субподрядчикам, в объеме поручаемых им работ согласно «Плану распределения работ между Исполнителем и субподрядными организациями». Документы, подтверждающие соответствие субподрядчиков требованиям п. 5.1.÷5.6. данного технического задания, а также требованиям Закупочной документации, должны представляться в составе заявки участника**.**

Приложение.

1. Типовая форма калькуляции стоимости выполнения работ по проекту НИОКР

Согласовано:

Руководитель направления

сопровождения проектов

Фонда «Энергия без границ» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Истомин С.В. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

[должность] [подпись] [расшифровка] [дата]

Ответственный исполнитель:

Главный специалист

Фонда «Энергия без границ» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Мишин С.В. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

[должность] [подпись] [расшифровка] [дата]

|  |  |
| --- | --- |
| **Заказчик:** | **Исполнитель:** |
| Фонд «Энергия без границ» | ООО «Аэромакс» |
| Управляющий Фондом | Генеральный директор |
| **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ В.В. Пешков** | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**С.Ф. Ахметшин** |

Приложение № 1

к Техническому Заданию

**Типовая форма калькуляции стоимости выполнения работ по проекту НИОКР**

| **№ п/п** | **Наименование статей калькуляции** | **Расходы по этапам работ, руб., НДС не облагается** | | | **Общая стоимость, руб., НДС не облагается** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1 этап** | **2 этап** | **3 этап** |
| 1 | Затраты по работам, выполняемым сторонними организациями |  |  |  |  |
| 2 | Спецоборудование |  |  |  |  |
| 3 | Материалы и комплектующие |  |  |  |  |
| 4 | Затраты на оплату труда работников, непосредственно занятых при выполнении работ (п.4.1+п.4.2), в том числе: |  |  |  |  |
| 4.1 | - затраты на оплату труда работников организации-исполнителя, занятых по трудовому договору |  |  |  |  |
| 4.2 | - затраты на оплату труда работников, занятых по договорам гражданско-правового характера |  |  |  |  |
| 5 | Затраты на социальное страхование |  |  |  |  |
| 6 | Командировочные расходы |  |  |  |  |
| 7 | Прочие прямые расходы (непосредственно связанные с выполнением НИОКР) |  |  |  |  |
| 8 | Накладные расходы (общехозяйственные расходы) |  |  |  |  |
| 9 | Всего собственных расходов исполнителя (исключая затраты по работам, выполняемым сторонними организациями) (п.2+п.3+п.4+п.5+п.6+п.7+п.8) |  |  |  |  |
| 10 | Рентабельность, % |  |  |  |  |
| 11 | Прибыль (п.9\*п.10) |  |  |  |  |
| **12** | **Всего стоимость работ, НДС не облагается (п.1+п.9+п.11)** |  |  |  |  |