

**УТВЕРЖДЕН**

**RU.00320408.82639-01 13 01-ЛУ**

**КОМПЛЕКС ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО  
ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ОБРАБОТКИ, АНАЛИЗА И КЛАССИФИКАЦИИ РЕНТГЕНОВСКИХ  
ИЗОБРАЖЕНИЙ СРЕДСТВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ  
(ПК «ДЕТЕКТОР НК»)**

**Описание программы**

**RU.00320408.82639-01 13 01**

**Листов 15**

## АННОТАЦИЯ

Документ «Описание программы» разработан в рамках выполнения работ по разработке комплекса программных средств, на основе искусственного интеллекта, для обработки, анализа и классификации рентгеновских изображений средств неразрушающего контроля (ПК «Детектор НК»).

Документ разработан в соответствии с требованиями ГОСТ 19.402-78, предназначен для технических специалистов при осуществлении процесса разработки и эксплуатации программного обеспечения ПК «Детектор НК».

Документ содержит описание функциональных характеристик программного обеспечения и информацию, необходимую для установки и эксплуатации программного обеспечения.

Программный комплекс предназначен для автоматической классификации объектов на рентгеновском изображении; автоматической классификации на одном изображении (выделение признаков объектов, разбиение изображения на однородные области, группы объектов, сегментация области); автоматического выделения характерных объектов изображения, признаков объектов, пространственных и логических отношений для генерации формализованных описаний изображения.

ПК «Детектор НК» выполняет следующие функции:

- Решение задачи автоматической классификации объектов на рентгеновском изображении, методом разбиения множества изображений на непересекающиеся подмножества.
- Решение задачи автоматической классификации на одном изображении (выделение признаков объектов, разбиение изображения на однородные области, группы объектов, сегментация области).
- Автоматическое выделение характерных объектов изображения, признаков объектов, пространственных и логических отношений для генерации формализованных описаний изображения.
- Поиск фрагмента изображения заданного вида на распознаваемом рентгеновском изображении.
- Автоматическая генерация формализованных описаний изображения и преобразование изображения к виду, удобному для распознавания.
- Поиск объекта на распознаваемом изображении, на который нужно обратить внимание, даже если его нет в эталонном изображении (задачи логической фильтрации в сочетании с самообучением, детерминированный набор классов).

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. Общие сведения</b> .....	<b>4</b>
1.1. Обозначение и наименование программы .....	4
1.2. Программное обеспечение, необходимое для функционирования программы .....	4
1.3. Языки программирования, на которых написана программа .....	4
<b>2. Функциональное назначение</b> .....	<b>5</b>
2.1. Классы решаемых задач ПК.....	5
2.2. Результаты, достигаемые ПК .....	5
<b>3. Описание логической структуры</b> .....	<b>8</b>
3.1. Алгоритм программы .....	8
<b>4. Используемые технические средства</b> .....	<b>9</b>
<b>5. Вызов и загрузка</b> .....	<b>11</b>
5.1. Способ вызова программы с соответствующего носителя данных .....	11
5.2. Установка программы .....	11
<b>6. Входные данные</b> .....	<b>12</b>
6.1. Характер, организация и предварительная подготовка входных данных.....	12
6.2. Формат, описание и способ кодирования входных данных .....	12
<b>7. Выходные данные</b> .....	<b>13</b>
7.1. Характер и организация выходных данных .....	13
7.2. Формат, описание и способ кодирования выходных данных .....	13
<b>Перечень принятых сокращений</b> .....	<b>14</b>

## **1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

### **1.1. Обозначение и наименование программы**

Полное наименование программы комплекс программных средств, на основе искусственного интеллекта, для обработки, анализа и классификации рентгеновских изображений средств неразрушающего контроля.

Краткое наименование: ПК «ДЕТЕКТОР НК».

### **1.2. Программное обеспечение, необходимое для функционирования программы**

Для функционирования программы, необходимо следующие ПО в актуальных версиях:

- Свободная объектно-реляционная система управления базами данных - PostgreSQL
- Веб-сервер и почтовый прокси-сервер, работающий на Unix-подобных операционных системах - Nginx
- Вебсервер, свободный фреймворк для веб-приложений на языке Python, использующий шаблон проектирования MVC – Django
- Программное обеспечение для автоматизации развёртывания и управления приложениями в средах с поддержкой контейнеризации, контейнеризатор приложений - Docker.

### **1.3. Языки программирования, на которых написана программа**

Высокоуровневый язык программирования общего назначения с динамической строгой типизацией и автоматическим управлением памятью – Python.

## 2. ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ

### 2.1. Классы решаемых задач ПК

ПК «ДЕТЕКТОР НК» обеспечивает:

- Решение задачи автоматической классификации объектов на рентгеновском изображении, методом разбиения множества изображений на непересекающиеся подмножества.
- Решение задачи автоматической классификации на одном изображении (выделение признаков объектов, разбиение изображения на однородные области, группы объектов, сегментация области).
- Автоматическое выделение характерных объектов изображения, признаков объектов, пространственных и логических отношений для генерации формализованных описаний изображения.
- Поиск фрагмента изображения заданного вида на распознаваемом рентгеновском изображении.
- Автоматическая генерация формализованных описаний изображения и преобразование изображения к виду, удобному для распознавания.
- Поиск объекта на распознаваемом изображении, на который нужно обратить внимание, даже если его нет в эталонном изображении (задачи логической фильтрации в сочетании с самообучением, детерминированный набор классов).

ПК «ДЕТЕКТОР НК» выполняет следующие функции:

- обработка, анализ и интерпретация данных рентгеновского (радиационного) контроля;
- обработка, анализ и интерпретация деятельности пользователя программно-аппаратного комплекса неразрушающего контроля;
- моделирование (в том числе прогнозирование) данных с последующим принятием решения относительно целостности, свойств, состава и геометрических характеристик объектов контроля;
- построение моделей систем поддержки принятия решений, функционирующих в условиях, динамически изменяющихся (по полноте и составу) данных средств неразрушающего контроля;
- автоматическое создание и оптимизация цепочек задач (пайплайнов) машинного обучения или отдельных их элементов под конкретные задачи интеллектуального анализа данных неразрушающего контроля;
- развертывания программного комплекса на базе клиент-серверной архитектуры с использованием тонкого WEB клиента для взаимодействия пользователя с системой.

Вид исполнения реализации: лицензия на программное обеспечение ПК «ДЕТЕКТОР НК» для локальной инсталляции на сервер, клиентские лицензии в виде подписки на облачный сервис по модели SaaS (программное обеспечение как услуга - Software as a Service).

### 2.2. Результаты, достигаемые ПК

Средства неразрушающего контроля и досмотровые комплексы относятся к тем системам безопасности, которые на данный момент еще требуют присутствия оператора-человека, от квалификации и внимательности которого зависит результат и выполнение задачи по обеспечению безопасности объектов контроля.

Это особенно важно в тех местах, где за короткий период времени проходит большое количество грузов, транспортных средств, людей с багажом, и операторам необходимо оперативно выявить потенциальные угрозы – аэропорты, ЖД или автовокзалы, морские и речные порты, стадионы, таможенные посты, режимные объекты, логистические терминалы, высокотехнологичные производства и т.д.

Для ряда категорий предприятий, активно использующих в работе средства неразрушающего контроля, существуют временные нормативы досмотра грузов, нарушение которых влечет серьезные сбои в функционировании предприятия.

Искусственный интеллект помогает сократить время необходимое для анализа контролируемого объекта и соответственно принятия решения о соответствии объекта заданным критериям, снизить зависимость от квалификации оператора и количеству занятых сотрудников, уменьшить количество ошибок из-за человеческого фактора, когда оператор в большом потоке может не заметить аномальные зоны, формы в структуре объекта контроля, или запрещенные к провозу или проносу грузы, или предметы.

Таким образом, с помощью интеллектуальных технологий задачи по досмотру объектов (грузов) средствами неразрушающего контроля выполняются быстрее и эффективнее.

ПК «Детектор НК» ограничивается следующими сегментами/категориями потребителей:

а) Службы транспортной безопасности на авиа, ж/д, морском и речном транспорте, обеспечивающие задачи:

- контроля безопасности перевозок грузов, материалов, веществ, не запрещенных к гражданскому обороту;
- организации оперативного реагирования и оповещений при выявлении грузов, материалов, веществ, запрещенных к перевозке и гражданскому обороту;

б) Крупные ритейл, логистические компании и транспортные корпорации, обеспечивающие задачи:

- контроля безопасности перевозок грузов, материалов, веществ, не запрещенных к гражданскому обороту;
- оптимизации грузоперевозок;
- организации оперативного реагирования и оповещений при выявлении грузов, материалов, веществ, запрещенных к перевозке и гражданскому обороту;

в) Федеральные органы исполнительной власти, обеспечивающие безопасность и контроль перемещаемых грузов и транспортных средств:

- осуществление контроля перемещения грузов, материалов, веществ через государственную границу;
- мониторинг и противодействие незаконному обороту товаров, перемещаемых во взаимоотношениях со странами СНГ;
- мероприятия по ускорению процедур досмотра, инспекционного обследования и обработки перемещения грузов;

г) Производители промышленного оборудования для обеспечения инспекционно-досмотрового контроля:

- производство высокотехнологического оборудования со встроенным программным обеспечением и сервисами, позволяющими создавать автоматизированные рабочие места

с функциями контроля над заданными характеристиками материалов, веществ, готовой продукции;

- техническое обслуживание и модернизация устаревшего оборудования с переходом на новое программное обеспечение, позволяющего организовать средства контроля над заданными характеристиками материалов, веществ, готовой продукции;
- промышленные предприятия сложного технологического цикла с повышенными требованиями к качеству выпускаемой готовой продукции обеспечивающие задачи;
- организации средств комплексного контроля над выпуском как серийной, так и индивидуальной продукции, с целью выявления дефектов готового изделия;
- комплексного контроля состояния критически важных инфраструктурных объектов нефте- и газотранспортных систем;
- комплексного контроля состава выпускаемой продукции в отраслях химической промышленности.

### 3. ОПИСАНИЕ ЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ

#### 3.1. Алгоритм программы

Алгоритм ПК «Детектор НК» представляет следующую последовательность шагов:

1. Подключение модуля внешнего шлюза и интеграции средств неразрушающего контроля.
  2. Загрузка изображения.
  3. Передача данных в модуль визуализации и принятия решений
    - 3.1. Если можно принять решение, и
      - 3.1.1. если не нужны правки, подготовка решения;
      - 3.1.2. если нужны правки, открытие модуля администрирования и затем возврат к п.1;
    - 3.2. Если нельзя принять решение, передача данных в:
      - 3.2.1. модуль мониторинга и эксплуатации моделей;
      - 3.2.2. модуль разметки образцов данных;
      - 3.2.3. модуль автоматического обучения моделей;
      - 3.2.4. модуль автоматического контроля моделей;
- и затем возврат к п.2.

Схема серверной архитектуры SaaS ПК «Детектор НК» отражена на рисунке 3.1.1.

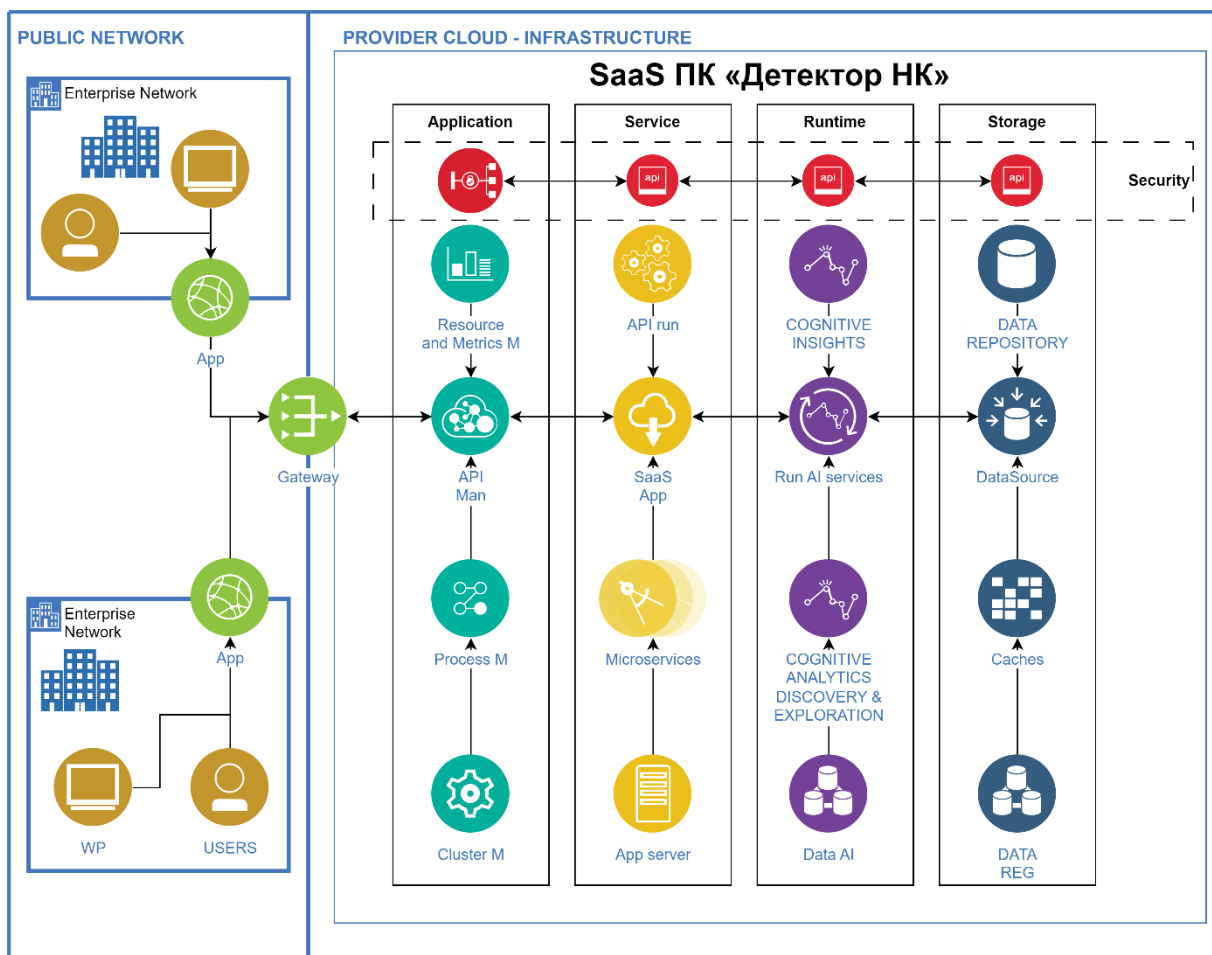


Рисунок 3.1.1 Схема серверной архитектуры SaaS ПК «Детектор НК»



#### 4. ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА

Для клиентской части программы определены следующие технические средства:

– ОС Windows

Версия ОС -Windows 11, Windows 10, Windows 8.1, Windows 8, Windows 7

Процессор -Intel Pentium 4 (и выше)

Оперативная память - Минимум 512 МБ

Свободное место на диске -Минимум 600 МБ

Доступ к сети Интернет, или в изолированной среде доступ к серверной части программы.

Сетевая карта не менее 10 Mb/s.

– ОС macOS

Версия ОС - macOS 10.13 (и выше)

Процессор - Intel, Apple M1 (на архитектуре ARM)

Оперативная память - Минимум 512 МБ

Свободное место на диске - Минимум 600 МБ

Доступ к сети Интернет, или в изолированной среде доступ к серверной части программы.

Сетевая карта не менее 10 Mb/s.

– ОС Linux

Версия ОС - 64-bit Ubuntu 14.04 (и выше), Debian 8 (и выше), openSUSE 13.3 (и выше) или Fedora Linux 24 (и выше)

Стандартные библиотеки - glibc 2.17 (и выше), NSS 3.22 (и выше), nss-util 3.12.3 (и выше), ALSA 0.9 (и выше)

Процессор - Intel Pentium 4 (и выше)

Оперативная память - Минимум 512 МБ

Свободное место на диске - Минимум 600 МБ

Доступ к сети Интернет, или в изолированной среде доступ к серверной части программы.

Сетевая карта не менее 10 Mb/s.

Для серверной части программы определены следующие технические средства:

– ОС Windows

Серверная часть WSL 2, 64-разрядная версия Windows 11: домашняя или Pro версии 21H2 или выше, корпоративная или образовательная версия 21H2 или выше.

64-разрядная версия Windows 10: Home или Pro 21H1 (сборка 19043) или выше, Enterprise или Education 20H2 (сборка 19042) или выше.

Для успешного запуска WSL 2 в Windows 10 или Windows 11 требуются следующие аппаратные требования:

64-разрядный процессор с трансляцией адресов второго уровня (SLAT)

4-ГБ системной оперативной памяти

Поддержка аппаратной виртуализации на уровне BIOS должна быть включена в настройках BIOS.

Серверная часть Hyper-V и контейнеры Windows, 64-разрядная версия Windows 11: Pro версии 21H2 или выше, или Enterprise или Education версии 21H2 или выше.

64-разрядная версия Windows 10: Pro 21H1 (сборка 19043) или выше, Enterprise или Education 20H2 (сборка 19042) или выше.

Функции Hyper-V и контейнеров Windows должны быть включены.

Для успешного запуска клиента Hyper-V в Windows 10 требуются следующие аппаратные требования:

64-разрядный процессор с трансляцией адресов второго уровня (SLAT)

4 ГБ системной оперативной памяти

Поддержка аппаратной виртуализации на уровне BIOS должна быть включена в настройках BIOS.

Моно-конфигурация:

Процессор 8 ядер (16 логических потоков), частота – 3,5 ГГц.

Оперативная память 64 ГБ и больше.

HDD для IIS и документов 256.

SSD для SQL 300 ГБ.

Требования к сети - стабильный канал связи от 10 Мб/сек.

Распределенная конфигурация:

Сервер приложений:

Процессор 4 ядра (8 логических потоков), частота – 3-3,5 ГГц.

Оперативная память 32 ГБ.

Свободное дисковое пространство 128 ГБ.

Пропускная способность сетевого интерфейса 1 Гбит/с

Сервер баз данных:

Тип накопителя SSD от 256 ГБ.

Процессор 4 ядра (8 логических потоков), частота – 3-3,5 ГГц.

Оперативная память 32 ГБ.

Свободное дисковое пространство 300 ГБ.

Пропускная способность сетевого интерфейса 1 Гбит/с

– ОС Linux (Ubuntu, Debian, Fedora, x86\_64 / amd64)

Поддержка 64-разрядного ядра и центрального процессора для виртуализации.

Поддержка виртуализации KVM, должны быть включены модули ядра KVM.

QEMU должен быть версии 5.2 или новее, systemd инициализирует систему.

Среда рабочего стола Gnome, KDE или MATE.

Включите настройку сопоставления идентификаторов в пользовательских пространствах имен.

Сервер приложений:

Процессор 4 ядра (8 логических потоков), частота – 3-3,5 ГГц.

Оперативная память 32 ГБ.

Свободное дисковое пространство 128 ГБ.

Пропускная способность сетевого интерфейса 1 Гбит/с

Сервер баз данных:

Тип накопителя SSD от 256 ГБ.

Процессор 4 ядра (8 логических потоков), частота – 3-3,5 ГГц.

Оперативная память 32 ГБ.

Свободное дисковое пространство 300 ГБ.

Пропускная способность сетевого интерфейса 1 Гбит/с.

## **5. ВЫЗОВ И ЗАГРУЗКА**

### **5.1. Способ вызова программы с соответствующего носителя данных**

Для вызова программы необходимо воспользоваться тонким клиентом (браузером) для перехода на стартовую веб-страницу.

### **5.2. Установка программы**

Установка (развертывание) платформы ПК «Детектор НК» включает установку программного обеспечения серверной части ПК для работы с готовыми моделями нейронных сетей.

Для установки ПК «Детектор НК» необходимо следовать инструкциям Руководства системного программиста.

Требования к необходимому лицензионному программному обеспечению для автономной эксплуатации представлены ниже:

- Простая (неисключительная) лицензия на право использования программы для ЭВМ ПК «Детектор НК»;
- ОС CH Astra Linux Special Edition Релиз "Смоленск";
- Реляционная система управления базами данных Postgres Pro;
- Простая (неисключительная) лицензия на право использования программы для ЭВМ «Программное обеспечение Factor-ESB».

Требования к необходимому лицензионному программному обеспечению для SaaS эксплуатации представлены ниже:

- Простая (неисключительная) клиентская лицензия на право использования программы для ЭВМ ПК «Детектор НК»;

## **6. ВХОДНЫЕ ДАННЫЕ**

### **6.1. Характер, организация и предварительная подготовка входных данных**

Входными воздействиями для программного комплекса ПК «Детектор НК» являются:

1. Данные рентгеновского (радиационного) контроля в виде рентгеноскопических изображений, в форматах IMG, UFF 2.0, размер изображения до 16,9 мегапикселей.
2. Данные рентгеновского (радиационного) контроля в мультэнергетическом режиме в виде рентгеноскопических изображений с учетом атомарных весов, в форматах IMG, UFF 2.0, размер изображения до 16,9 мегапикселей.
3. Сигналы человеко-машинного взаимодействия пользователя и программно-аппаратного комплекса неразрушающего контроля.

### **6.2. Формат, описание и способ кодирования входных данных**

ПК «Детектор НК» поддерживает работу с входными данными формата JSON.

Входными данными ПК «Детектор НК» являются:

- данные рентгеновского (радиационного) контроля в виде рентгеноскопических изображений, в форматах IMG, UFF 2.0, размер изображения до 16,9 мегапикселей;
- данные рентгеновского (радиационного) контроля в мультэнергетическом режиме в виде рентгеноскопических изображений с учетом атомарных весов, в форматах IMG, UFF 2.0, размер изображения до 16,9 мегапикселей;
- сигналы человеко-машинного взаимодействия пользователя и программно-аппаратного комплекса неразрушающего контроля.

## **7. ВЫХОДНЫЕ ДАННЫЕ**

### **7.1. Характер и организация выходных данных**

Выходными воздействиями для программного комплекса ПК «Детектор НК» являются:

1. Информационные данные о целостности объектов контроля в задачах дефектоскопии.
2. Данные о свойствах, составе объектов контроля полученных в мультэнергетическом режиме работы средств неразрушающего контроля.
3. Данные о геометрических характеристиках объектов контроля.
4. Маркировка объекта, отнесённого к источникам опасности или соответствующего заданным критериям оповещения.
5. Вывод текстовых данных, содержащих решение по отнесению объектов контроля к объектам повышенного внимания или к источникам опасности.

### **7.2. Формат, описание и способ кодирования выходных данных**

Выходными данными ПК «Детектор НК» являются файлы формата JSON.

Выходные данные ПК «Детектор НК» включают:

- информационные данные о целостности объектов контроля в задачах дефектоскопии.
- данные о свойствах, составе объектов контроля полученных в мультэнергетическом режиме работы средств неразрушающего контроля.
- данные о геометрических характеристиках объектов контроля.
- маркировку объекта, отнесённого к источникам опасности или соответствующего заданным критериям оповещения.
- текстовые данные, содержащие решение по отнесению объектов контроля к объектам повышенного внимания или к источникам опасности.

## ПЕРЕЧЕНЬ ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

ГБ	Единица измерения количества информации: Гигабайт
МГц	Частота ядра процессора, значение которой определяет количество тактов в секунду у каждого ядра в процессоре: Мегагерц
МБ	Единица измерения количества информации: Мегабайт
ОС	Операционная система
ПО	Программное обеспечение
ПК	Программный комплекс
АРМ	Комплекс аппаратных и программных средств, направленный на решение конкретизированных прикладных задач

