

Digital Decommissioning - платформа для цифрового сопровождения работ по выводу из эксплуатации (ВЭ) объектов использования атомной энергии (ОИАЭ), начиная от выполнения предпроектных работ и заканчивая реализацией практических мероприятий по демонтажу и обращению с РАО.

В основе Digital Decommissioning - технологии информационного (BIM) и имитационного моделирования, виртуальной реальности (VR), лазерного сканирования и сферического фотографирования, автоматизированного вычисления удельной активности элементов модели с возможностью визуализации радиационной обстановки, которые обеспечивают формирование **цифровой исполнительной инженерно-радиационной модели (ЦИИРМ)** объекта ВЭ.

Назначение Digital Decommissioning

- Формирование единого источника данных об ОИАЭ, хранение и систематизация информации в цифровом формате, с возможностью различных вариантов представления данных.
- Повышение эффективности планирования и контроля работ по ВЭ.
- Планирование и проведение комплексного инженерного и радиационного обследования (КИРО) в цифровом формате с применением мобильных устройств (планшетов).
- Оптимизация выбора варианта ВЭ при анализе затрат и сравнении альтернативных вариантов.
- Разработка, оптимизация и верификация проектно-технологических решений.
- Детализация технологических процессов демонтажа оборудования до уровня элементарных технологических операций.
- Контроль и анализ разработки проектной документации.
- Формирование требуемых отчетных материалов.
- Получение достоверных оценок объемов образования РАО.
- Формирование общей базы данных ВЭ, сохранение знаний для последующего использования.
- Обучение персонала, минимизация человеческого фактора, повышение безопасности работ.

Потребители и области применения Digital Decommissioning

Оператор ВЭ – комплексное управление процессами ВЭ, оценка затрат и приоритетное планирование, оценка обязательств по обращению с РАО.

Эксплуатирующая организация – база данных и знаний по объекту. Оптимизация затрат на содержание, подготовку и последующий вывод из эксплуатации. Обеспечение безопасности выполнения работ по ВЭ.

Органы регулирования и надзора – соответствие деятельности по ВЭ и обращению с РАО требованиям безопасности. Объективная оценка стоимости работ. Эффективное планирование. Накопление компетенций.

Специализированные организации и подрядчики – достоверная информация об объекте для разработки качественных проектных решений. Обеспечение эффективности и безопасности выполнения работ по ВЭ и обращению с образующимися РАО.

Практика применения технологий ПАК «Digital Decommissioning»:

- Международный опыт: АЭС «Козлодуй» (Болгария).
- Генерация электроэнергии: АО «Концерн Росэнергоатом» (ГК «Росатом»): Билибинская АЭС, Курская АЭС, Нововоронежская АЭС, Смоленская АЭС, Ленинградская АЭС.
- Производство ядерного топлива: АО «ТВЭЛ» (ГК «Росатом»): ПАО «Машиностроительный завод» (МСЗ), Радиохимический завод (РХЗ) АО «Сибирский химический комбинат».

Преимущества применения Digital Decommissioning

Снижение затрат на ВЭ за счет применения специализированных цифровых инструментов, обеспечивающих повышение качества и эффективность выполняемых работ, сокращение проектных ошибок и неточность оценки объемов образования РАО.

Планирование и управление проектом ВЭ

- Единый, актуальный источник данных об объекте ВЭ.

- Наглядность представления данных в различных разрезах.
- Сокращение времени на поиск информации.
- Повышение эффективности планирования и принятия оптимальных решений.

Комплексное инженерное и радиационное обследование (КИРО)

- Минимизации «человеческого фактора».
- Сокращения времени проведения КИРО.

Проектирование ВЭ

- Оптимизация и верификация разработанных конструкторских и технологических решений с учетом радиационного фактора.
- Высокая точность расчета объемов РАО, детализированных по удельной активности, морфологии, методам переработки.
- Обоснованный расчет трудо-/дозозатрат, расходных материалов, СИЗов.
- Получение актуальной исполнительной документации.

Практические работы по ВЭ

- Создание информационного пространства для эффективной координации, планирования и управления подрядными организациями при проведении практических работ по ВЭ.
- Возможность повторного использования ранее полученного опыта.
- Повышение безопасности выполнения работ по ВЭ.
- Обучение персонала подрядных организаций и контроль полученных знаний.

Модули Digital Decommissioning

Технология Digital Decommissioning представляет собой набор модулей, основой применения которых является цифровая инженерная модель (ЦИМ).

Цифровая инженерная модель (ЦИМ) – логико-математическое представление в цифровой форме зданий, сооружений, систем и элементов ОИАЭ, объектов на площадке ОИАЭ, топологических и функциональных отношений между ними, включающее данные о техническом состоянии, данные радиационных измерений полей ионизирующих излучений, а также обеспечивающее следующие взаимосвязанные интерактивные формы представления информации об ОИАЭ и его элементах:

- Иерархическую структуру цифровых образов элементов ОИАЭ.
- Структурированный электронный архив документации.
- Трехмерную модель ОИАЭ.
- Сферические фотопанорамы ОИАЭ.
- Интерактивные технологические, электротехнические схемы и схемы других типов систем, интерактивные планы промплощадки и планы отметок зданий/сооружений ОИАЭ.

Цифровая модель реализуется в виде специализированной информационной системы, обеспечивающей пользователей необходимыми инструментами работы с информацией.

Цифровая исполнительная инженерная модель (ЦИИМ) – является частным случаем ЦИМ, выполненной в исполнительном статусе (в соответствии с актуальным геометрическим и инженерным текущим состоянием ОИАЭ) на основе данных лазерного сканирования и сферического фотографирования ОИАЭ, а также верификации данных об элементах и технологических процессах ОИАЭ.

Цифровая исполнительная инженерно-радиационная модель (ЦИИРМ) – является частным случаем ЦИИМ, для цифровых образов которой на основе данных радиационных замеров и известных материальных характеристик рассчитано значение атрибута(ов) удельной активности, соответствующих элементов ОИАЭ, что обеспечивает в ЦИИРМ расчет объемов образования РАО, моделирование радиационных полей, расчет дозовых нагрузок на персонал.

Модуль «Цифровая информационная модель»

- Базовый модуль платформы Digital Decommissioning. Обеспечивает возможность просмотра основных данных всех модулей платформы Digital Decommissioning.

- Хранение и систематизация инженерно-технической и радиационной информации об объекте (конфигурация, инженерное и радиационное состояние). «Цифровой двойник» - базовый модуль обеспечивает функционал, необходимый для создания и применения цифровой инженерной модели (ЦИМ/ЦИИМ), являющейся источником исходных данных для других модулей Digital Decommissioning.

Модуль «КИРО»

- Планирование радиационного и инженерного обследований в цифровом формате: создание программ и частных программ КИРО, формирование задач и заданий на выполнение обследования, контроль и утверждение полученных результатов. Визуализация радиационной обстановки по результатам выполненного расчета.

Модуль «Мобильный клиент КИРО»

- Получение заданий по планируемым радиационным и инженерным обследованиям, ввод результатов измерений по месту проведения обследования в мобильное устройство (планшет), автоматизированная передача полученных данных.

Модуль «Радиационные расчеты»

- Обработка запросов на выполнение расчётов параметров радиационной обстановки помещений ОИАЭ (реализация алгоритма решения «прямой» задачи и алгоритма решения «обратной» задачи) и выдачу результатов этих расчётов для сохранения в данных цифрового проекта ВЭ.

Расчитанное значение атрибута(ов) удельной активности на основе данных ЦИИМ обеспечивает формирование ЦИИРМ (цифровой исполнительной инженерно-радиационной модели).

Модуль «Локальная концепция»

- Оценка стоимости предполагаемых вариантов ВЭ, создание укрупненных сетевых планов-графиков работ с распределением затрат по годам, формирование отчетов при разработке материалов Концепции ВЭ.

Модуль «Проектирование ВЭ»

- Базовое цифровое проектирование ВЭ: разработка технологических карт, автоматизированная генерация спецификаций объемов работ для определения сметной стоимости.
- Многовариантное проектирование с учетом заданных ограничений. Планирование последовательности выполняемых процессов и операций. Визуализация последовательности демонтажных работ. Выявление коллизий, специфики размещения оборудования. Расчёт объемов РАО и потребности в ресурсах, инструментах, расходных материалах и контейнерах РАО.

Модуль «Банк данных для проектирования ВЭ»

- Поддержка технологического проектирования решений по ВЭ ОИАЭ в части предоставления информации (каталогов, типовых решений и др.).

Модуль «Подготовка персонала»

- Знакомство со структурой ОИАЭ, включая поэлементный состав, источники ИИ, картограмму МЭД в помещениях, порядок демонтажа оборудования, посредством навигации в виртуальной среде (VR). Индивидуальное и групповое обучение персонала выполнению работ в VR. Контроль и проверка полученных знаний.

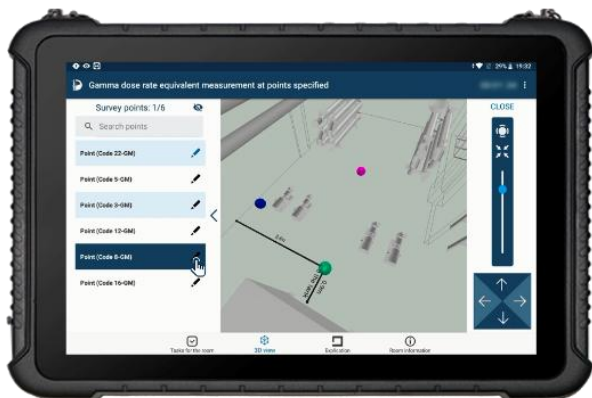


Рис. 1. Фиксация точек замера МЭД на мобильной версии ПАК «Digital Decommissioning»

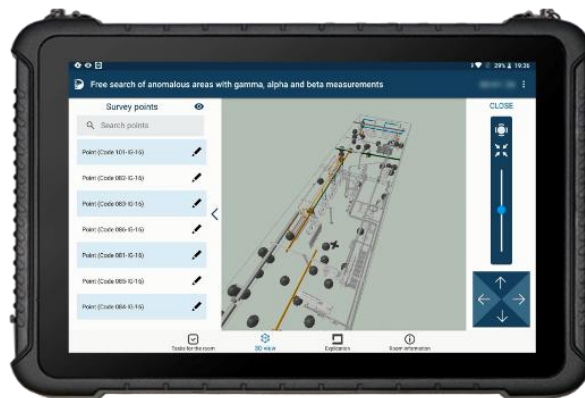


Рис. 2 Визуализация точек замера МЭД на 3D модели помещения на мобильной версии ПАК «Digital Decommissioning»

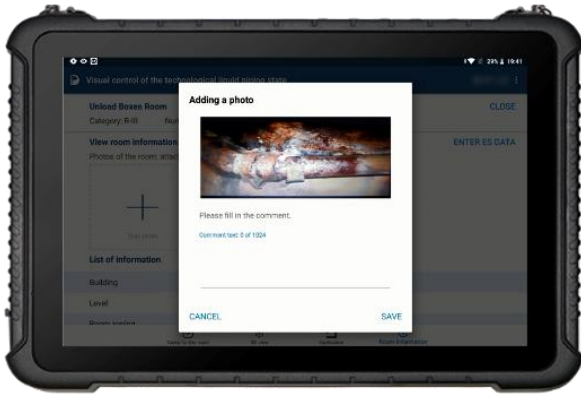


Рис. 3. Фотофиксация объекта обследования на мобильной версии ПАК «Digital Decommissioning»

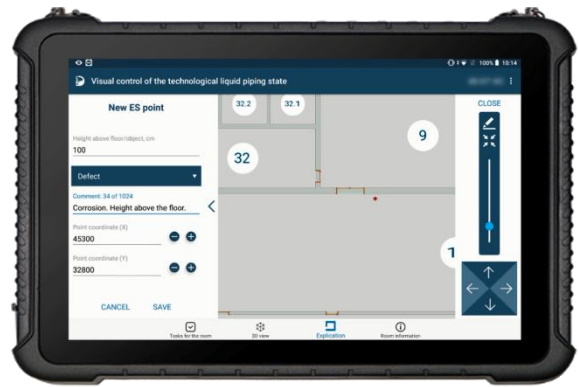


Рис. 4. Фиксация точки обнаружения дефекта на мобильной версии ПАК «Digital Decommissioning»



Рис. 5. Визуализация параметров МЭД в ПАК «Digital Decommissioning»

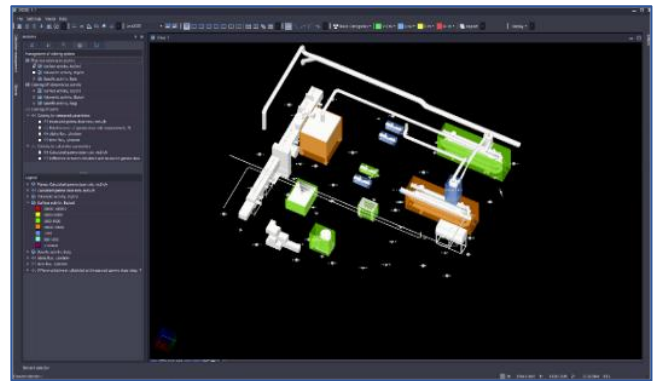


Рис. 6 Визуализация удельной активности фантомов* в ПАК «Digital Decommissioning»



Рис. 7 Формирование отчета по объемам образования PAO в ПАК «Digital Decommissioning»

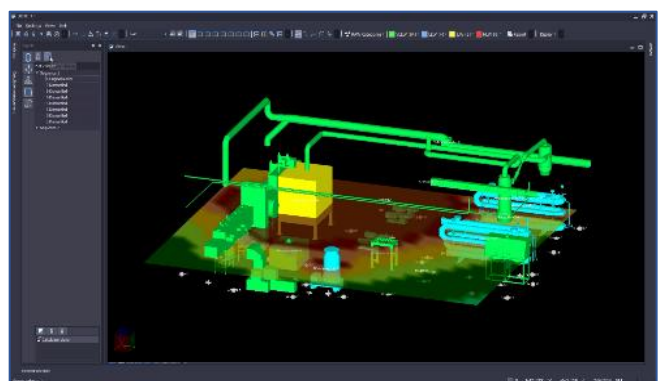


Рис. 8 Визуализация радиационной обстановки в ПАК «Digital Decommissioning»

*Фантом – упрощенное геометрическое представление 3D-САПР-элемента трехмерной модели (оборудования или его части, трубопровода, арматуры, строительной конструкции и т.д.), выполненное на основе одной или нескольких базовых геометрических форм, принятых в практике расчета радиационных источников (параллелепипед, цилиндр). Совокупность таких фантомов позволяет представить геометрию инженерно-технологических и архитектурно-строительных элементов в помещении объекта в виде, обеспечивающем расчет пространственно-распределенного радиационного источника.

Digital Decommissioning в проекте ВЭ АЭС «Козлодуй»

Заказчик: State Enterprise Radioactive Waste (ДП PAO) – Республика Болгария.

Цель: Разработка проекта демонтажа оборудования в зоне контролируемого доступа 1-4 блоков АЭС «Козлодуй» – Проект 44.

Исполнители: Российско-немецкий консорциум, в который входит ГК «НЕОЛАНТ», АО «НИКИМТ-Атомстрой», NUKEM Technologies GmbH, EWN GmbH.

Сроки реализации: 2016 – 2019 гг.

Первый проект по ВЭ АЭС в Европе с цифровым сопровождением, что повышает экономическую и техническую значимость проекта.

АЭС «Козлодуй» – лучший BIM-проект по результатам II Всероссийского конкурса «BIM-технологии 2017», проходившего при поддержке Минстроя РФ.

Реализация проекта:

1. Радиационное обследование реакторного здания 1 блока и спецкорпуса 1:

- Проведено дозиметрическое обследование всех помещений (более 150 помещений).
- Проведено спектрометрическое обследование всех помещений для уточнения существующего нуклидного вектора.
- Сняты мазки с поверхности оборудования в помещениях.
- Проведено гамма-сканирование во всех помещениях.

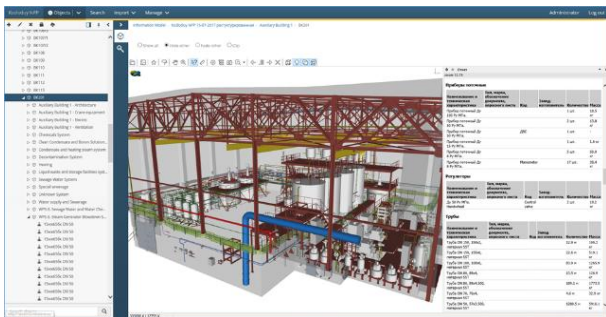
2. Разработка 3D инженерно-радиационной модели 1 – 4 блока:

- Выполнено лазерное сканирование всех помещений спецкорпуса 1 – 2 и реакторных отделений 1 – 4 блоков (более 600 помещений).
- Оцифровано более 40 тыс. ед. проектно-конструкторской документации.
- Создана исполнительная модель спецкорпуса 1 – 2 и реакторных отделений 1 – 4 блоков (модель содержит более 0,5 млн элементов).

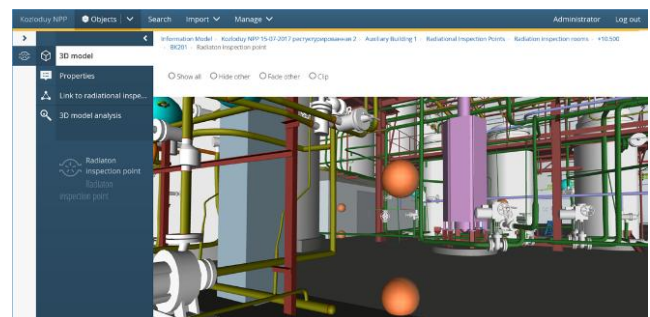
3. Разработка проектной документации для демонтажа:

- Систем и оборудования спецкорпуса 1 – 2 блока.
- Систем и оборудования второго контура 1 блока.
- Первого контура 1 блока.

Результаты 1-2 этапа проекта:



Генерация спецификации по оборудованию в помещении 2 блока АЭС «Козлодуй»



Визуализация точек замера МЭД на 3D модели 1-4 блока АЭС «Козлодуй»



EWN Engineering, IT, Innovation	NEOLANT Engineering, IT, Innovation	NUKEM Technologies
Deliverable 3: A design documentation package for the dismantling at Auxiliary Building 1		
Project / Object:	090 / 0205108	DNR 149567 - 0 Page 5 of 25
1 General requirements		
This package for dismantling is intended for full implementation of the dismantling activities in room BK029, in particular, dismantling of pipelines and valves, dismantling of the power and lighting system. Dismantling of the stationary ventilation system is not included in this package.		
Prior to dismantling in the room in accordance with this package for dismantling, working media of equipment and pipelines shall be completely removed. Removal of working media is not included in the scope of the Technical Design, and it shall be performed at the preparation stage before dismantling activities in Auxiliary Building 1.		
1.1 Brief description of the equipment arranged at the Room		
Room Number:	BK029	
Function or Room Name:	SVO-2 filters valve chamber	
Category during operation:	Non-serviced Room (ns)	
Base level:	-2.00	
Additional level:	-	
Overall dimensions:	4.9x5.0 m	
Total space:	24.5 square meters	
Room volume:	95.5 cubic meters	
Room BK029 is located within axes 13-14 at elevation -2.00 of Auxiliary Building 1 (AB1). Arrangement of the room at elevation -2.00 is shown in Figure 1. The room is accessible from the corridor BK007 through the doorway with overall dimensions 1,200x500 mm.		
Figure 1 Arrangement of room BK029 at elevation -2.00		

EWN Engineering, IT, Innovation	NEOLANT Engineering, IT, Innovation	NUKEM Technologies
Deliverable 3: A design documentation package for the dismantling at Auxiliary Building 1		
Project / Object:	090 / 0205108	DNR 149567 - 0 Page 6 of 25
Figure 2 General view of room BK029 (view from the entrance)		
Figure 3 General view of room BK029 (3D model, view from the entrance)		

Digital Decommissioning – конкурентное преимущество России

Применение ПАК «Digital Decommissioning» решает следующие задачи в рамках «Стратегии научно-технологического развития РФ», утвержденной Указом Президента РФ от 1 декабря 2016 г. № 642:

- переход к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике (подпункт «б» пункта 20 Стратегии), благодаря обеспечению эффективной реализации наименее проработанного, но наиболее критичного этапа жизненного цикла объектов атомной энергетики – вывода из эксплуатации;
- предотвращение возрастания антропогенных нагрузок на окружающую среду до масштабов, угрожающих воспроизводству природных ресурсов, и связанного с их неэффективным использованием роста рисков для жизни и здоровья граждан (подпункт «в» пункта 19 Стратегии);
- повышение привлекательности атомной энергетики как одного из наиболее безопасных, экологически чистых и компактных способов генерации энергии (подпункт «д» пункта 20 Стратегии).

Система не имеет аналогов в отечественной и зарубежной практике проектирования и управления выводом из эксплуатации ОИАЭ. В связи с этим, для российских инжиниринговых компаний в сегменте ВЭ – это существенное конкурентное преимущество.

Как узнать больше и заказать Digital Decommissioning?

Эксперты АО ГК «НЕОЛАНТ» проконсультируют вас по любым вопросам, возникшим при изучении ПАК «Digital Decommissioning», с учетом специфики вашего предприятия.

Для этого вы можете:

- задать свой вопрос по e-mail: info@neolant.group или по тел. +7 (499) 999 0000.

Услуги комплексного сопровождения задач атомного комплекса

- Технологические, конструкторские, проектные работы и НИОКР с использованием современного инженерного программного обеспечения – СУИД, PLM, BIM, САПР.
- Консалтинг и техническая поддержка перевода рабочих процессов предприятий на современные автоматизированные технологии проектной и инженерной деятельности.
- Создание и сопровождение цифровых активов ОИАЭ на всех этапах их жизненного цикла как на базе технологий ведущих мировых вендоров, так и с применением решений собственной разработки:
 - **НЕОСИНТЕЗ** – системы управления инженерными данными;
 - **ПОЛИНОМ** – BIM сложных технологических объектов;
 - **СОМОКС.СМР** – инструмента оперативного управления процессом строительства на базе 4D-6D модели.
 - **InterBridge** – конвертера и просмотрщика единой BIM из разных САПР/BIM/PLM-форматов.
- Консалтинг, метрологическая, проектная и информационная поддержка заключительной стадии жизненного цикла ОИАЭ, включая обращение с РАО.