

Министерство образования и науки Республики Казахстан

Комитет науки

РГП на ПХВ «Институт механики и машиноведения имени академика У.А.Джолдасбекова»



# ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО КОМПЛЕКСНОЙ РОБОТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ УРАНОВОГО ПРОИЗВОДСТВА (НА ПРИМЕРЕ ФИЛИАЛА «ИРКОЛЬ» ТОО «СЕМИЗБАЙ-U»)





# РАЗДЕЛ 1.

РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ  
КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ  
ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО  
ЦЕХА

## 1 Робототехнический технологический комплекс для загрузки ХКПУ в транспортный упаковочный комплект ТУК-118

**Назначение:** полная автоматизация всего комплекса технологических операций по загрузке конечной продукции – ХКПУ в транспортно-упаковочный комплект ТУК-118, выполняемых в настоящее время вручную.

### Состав (структура) РТК:

- манипулятор гибридной структуры с двумя рабочими органами (разравниватель/уплотнитель и пробоотборник);
- автооператор снятия/закрытия крышки с электромагнитным схватом;
- информационно-сенсорная система;
- система управления.

### Функции РТК:

- снятие/закрытие крышки люка ТУК-118;
- разравнивание ХКПУ внутри контейнера и равномерное заполнение ТУК-118;
- уплотнение «жёлтого кека» после каждой операции загрузки;
- отбор проб ХКПУ с помощью пробоотборника.

### Оригинальность технического решения:

многофункциональный РТК с мобильной платформой и с несколькими рабочими органами не имеет аналогов в мировой практике робототехники.

### Стадия разработки:

выполнено виртуальное 3D-моделирование РТК, разработан действующий демонстрационный макет в масштабе 1:2, которые показали правильность предлагаемых решений и полную работоспособность выбранной схемы РТК с гибридной структурой и с несколькими рабочими органами.



В настоящее время: инструменты аппаратчика/ контролера СТК: лом, лопата, разравниватель, уплотнитель (т.н. трамбователь)



Предлагается: РТК с тремя рабочими органами: разравниватель/уплотнитель, пробоотборник, электромагнитный схват для крышки





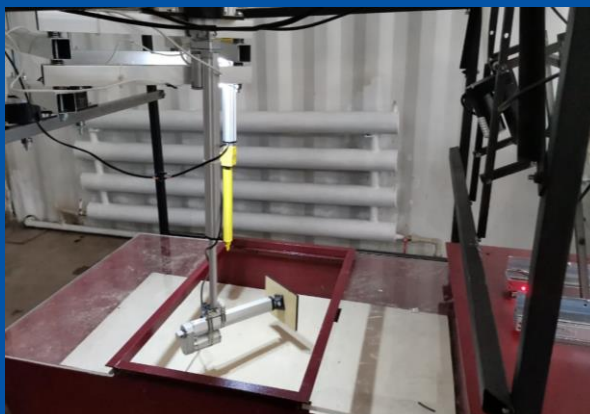
В настоящее время: снятие/закрытие крышки ТУК-118 производится вручную двумя аппаратчиками



Предлагается: снятие/закрытие крышки ТУК-118 производит РТК, один аппаратчик управляет дистанционно



В настоящее время: разравнивание, уплотнение ХКПУ в ТУК-118 производится вручную



Предлагается: разравнивание, уплотнение ХКПУ в ТУК-118 производит РТК, аппаратчик управляет дистанционно



В настоящее время: отбор проб ХКПУ из ТУК-118 производится вручную двумя аппаратчиками



Предлагается: отбор проб ХКПУ из ТУК-118 производит РТК, один аппаратчик управляет РТК дистанционно

## 2 Роботизированная мобильная платформа для мониторинга и неразрушающего контроля толщины стенок технологических ёмкостей

**Назначение:** оперативный мониторинг толщины стенок технологических ёмкостей и состояния сварочных швов в автоматическом режиме, отслеживание состояния оборудования в реальном масштабе времени, предупреждение аварий и утечек содержимого ёмкостей.

### Состав (структура) РПМ:

- промышленный квадрокоптер;
- цифровой толщиномер;
- манипулятор для выдвижения толщиномера;
- система беспроводной передачи данных измерения.

### Функции РПМ:

- подлет квадрокоптера к труднодоступным местам;
- автоматическое произведение измерений толщины стенок с помощью цифрового толщиномера в режиме зависания;
- передача данных по беспроводной сети в режиме реального времени;
- оперативный мониторинг состояния оборудования и предупреждение аварий

### Оригинальность технического решения:

решение является уникальным, так как в настоящее время не существует готовых решений на рынке робототехники. Полностью исключается травматизм при работах на высоте, не требует дополнительных материальных и временных затрат на сооружение лесов, услуги верхолазов и МШТС и т.п.

### Стадия разработки:

Разработана виртуальная 3D-модель РПМ-толщиномера, найдено решение при сочетании квадрокоптера и толщиномера



В настоящее время выполнение замеров толщины стенок емкостей по всей высоте невозможно, применение лесов и телескопических подъёмников травмоопасно

Виртуальная модель предлагаемого РПМ-толщиномера

### 3 Роботизированная мобильная платформа для измерения уровня песка на дне резервуаров

**Назначение:** оперативное определение уровня залегания песка и ила на дне технологических резервуаров, мониторинг уровня песка в технологических ёмкостях современными техническими средствами неразрушающего контроля.

**Состав (структура) РПМ-уровнемер:**

специализированная роботизированная мобильная платформа, беспроводный плоскопанельный цифровой детектор-радиограф, регистратор гамма-излучения, система беспроводной передачи данных.

**Функции РПМ:**

- перемещение подвижной платформы вдоль стенки ёмкости с помощью тросов;
- регистрация гамма-излучения методами современной цифровой радиографии;
- беспроводная передача данных в систему мониторинга в онлайн режиме

**Достоинства технического решения:**

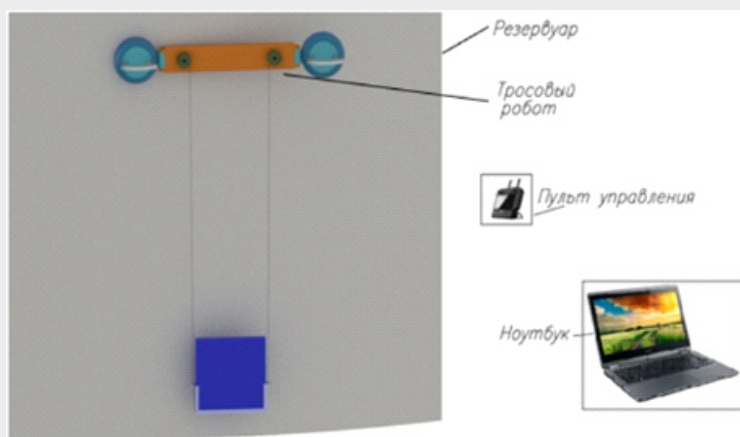
На рынке промышленных измерительных приборов нет готовых решений, позволяющих напрямую производить подобные измерения. Предлагаемый метод цифровой радиографии уникален тем, что позволяет оперативно отслеживать уровень залегания песка, передавать данные измерений по беспроводной сети, нет необходимости в использовании расходных материалов.

**Стадия разработки:**

разработана виртуальная 3D-модель тросового робота и дано обоснование преимуществ предлагаемого решения



Оперативный мониторинг уровня песка/ила, особенно в сборных емкостях ПР, позволяет своевременно производить их очистку, не допускать загрязнения ПР мехвзвешьями и исключить их вредное влияние на весь технологический цикл



3D модель тросового робота – РПМ-уровнемер



#### 4 Робототехнический комплекс для приготовления технологических растворов из сыпучих реагентов

**Назначение:** автоматизация распаковки мешков с аммиачной селитрой, обеспечение безопасности производственных участков, сокращение доли ручного труда на вредных и травмоопасных участках производства, повышение производительности труда.

**Состав (структура) РТК:** лоток специализированной конструкции, манипулятор для разрезания биг-бэгов, интеллектуальная система с автоматическим измерителем нитрат-ионов и кислотомером, устройство для растворения слежалой массы селитры, монитор, пульт управления, система беспроводной передачи данных.

**Функции РТК-распаковщик:**

- распаковка тары с сыпучими веществами ножом-манипулятором;
- оперативное определение концентрации нитрат-ионов;
- оперативное определение концентрации кислоты в приготовленном растворе;
- беспроводная передача данных и управление в режиме реального времени.

**Оригинальность технического решения:**

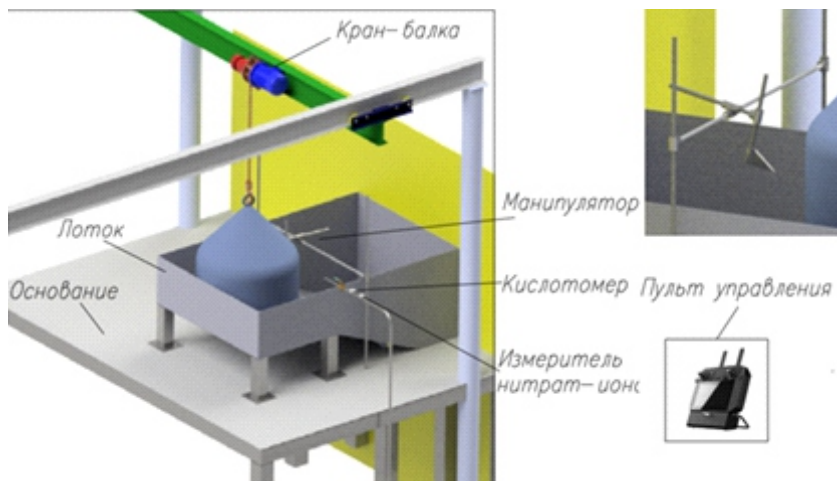
Предлагаемый робототехнический комплекс по распаковке биг-бэгов с аммиачной селитрой не имеет аналогов.

**Стадия разработки:**

Изготовлен специальный лоток для приема сыпучего реагента, выполнено виртуальное 3D-моделирование РТК, которые показали правильность предлагаемых решений и полную работоспособность выбранной схемы РТК.



Существующий узел распаковки тары с аммиачной селитрой. Рассыпание селитры на рабочую площадку и на пол здания взрывоопасно, технология травмоопасна



3D-модель предлагаемого РТК



## **РАЗДЕЛ 2.**

**РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ  
КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ  
ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО  
ПОЛИГОНА СКВАЖИН**

## 5 Мобильный внутритрубный робот для инспекции трубопроводов

**Назначение:** мониторинг и своевременный контроль состояния трубопроводов, степени наполненности их песком и илом, оперативный неразрушающий контроль состояния трубопроводов при их монтаже и эксплуатации.

### Состав (структура) робота для внутритрубной диагностики (робот-ВТД):

мобильный робот с адаптивным движителем, приборы сканирования и визуализации, программный пакет 3D сканирования, пульт мониторинга, система беспроводной передачи данных и система управления в режиме реального времени.

### Функции РТК:

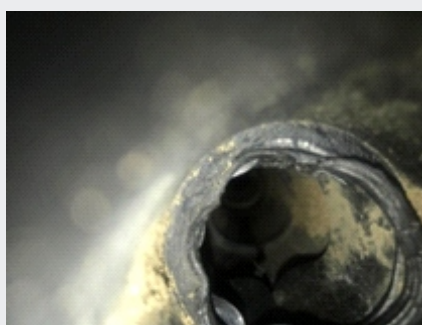
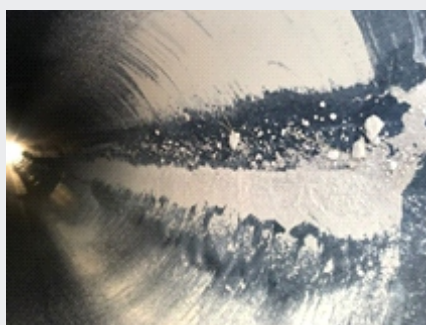
- определение степени наполненности внутренности трубы в данном сечении твёрдыми взвесями (песком, илом, кольматантом и пр.);
- идентификация микротрещин и других дефектов на внутренней поверхности труб и определение состояния стыковых соединений трубопроводов.

### Достоинства технического решения:

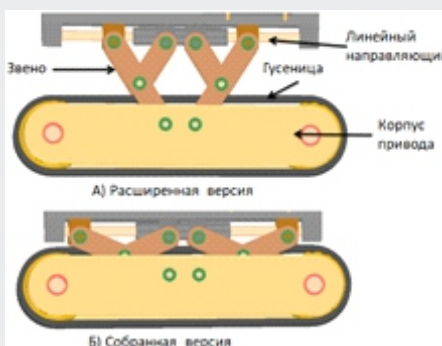
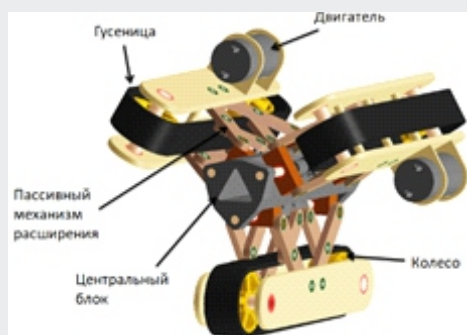
высокая проходимость, широкий диапазон адаптации к диаметру трубопроводов, малые удельные энергетические затраты и автономное питание для передвижения внутри трубопроводов, современный модуль беспроводного управления с радиусом действия 10 км.

### Стадия разработки:

выполнено виртуальное 3D-моделирование робота-ВТД, разработан действующий макет адаптивного робота, показавший полную работоспособность предлагаемого решения.



Загрязнение внутренней полости трубопровода илом и деформация стыковых соединений



## 6 Мобильный шагающий робот для инспекции состояния объектов на геотехнологическом полигоне скважин

**Назначение:** мониторинг состояния объектов на геотехнологическом полигоне скважин в реальном режиме времени, контроль экологической и радиационной обстановки на полигоне.

**Состав (структура) РТК:**

шагающий робот с мобильной платформой, система управления, информационно-сенсорная система, георадар, программный пакет 3D сканирования и визуализации, центр онлайн-мониторинга.

**Функции РТК:**

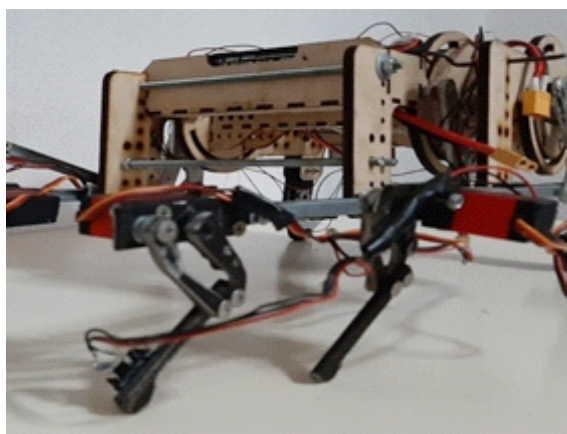
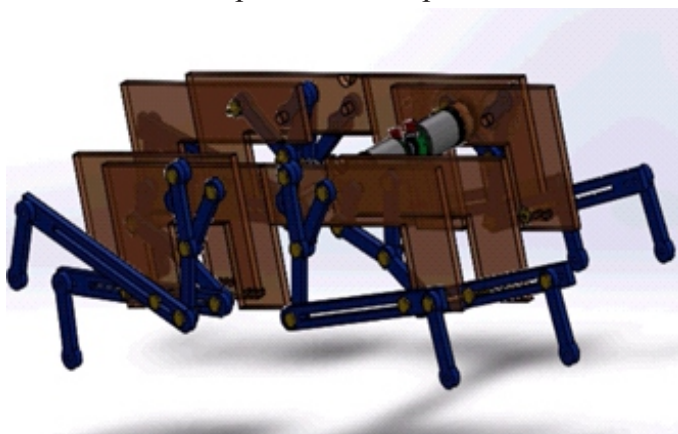
- визуализация состояния и идентификация наземных и подземных наземных объектов на геотехнологическом полигоне скважин;
- определение степени наполненности внутренности труб твёрдыми взвесями (песком, илом, кольматантом и пр.);
- идентификация микротрещин и других дефектов на поверхности труб и определение состояния стыковых соединений трубопроводов;
- определение уровня радиационного загрязнения и др. параметров почв и грунтов.

**Достоинства технического решения:**

Снижение физической нагрузки на оператора ГТС при ежесменном обходе десятка километров ГТП и более сотни объектов, оперативное реагирование на возможные аварийные разливы и нештатные ситуации. Достоинства шагающего движителя: высокая проходимость, неограниченный диапазон адаптации к неровностям поверхности, малые удельные энергетические затраты для передвижения по пересечённой местности и сыпучему грунту.

**Стадия разработки:**

выполнено виртуальное 3D-моделирование РТК, разработан действующий макет адаптивного робота, показавший полную работоспособность предлагаемого решения.



3D-модель в программной среде SolidWorks и действующий макет шагающего робота

## 7 Робототехнический комплекс для ремедиации загрязненных почв, грунтов

**Назначение:** обнаружение и оперативное устранение аварийных разливов заражённых почв грунтов на геотехнологическом полигоне скважин средствами мониторинга и селективной, точечной ремедиации, охрана труда и здоровья работников.

**Состав (структура) РТК-ремедиатора:**

мобильная гусеничная платформа с системой управления, манипуляционный блок, сменные устройства для выемки грунта, устройство для забора проб грунта, система технического зрения и система анализа ионизирующего излучения проб.

**Функции РТК-ремедиатор:**

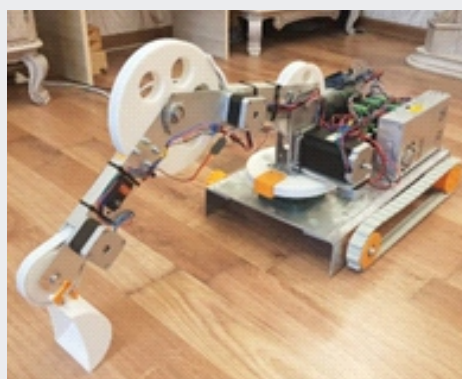
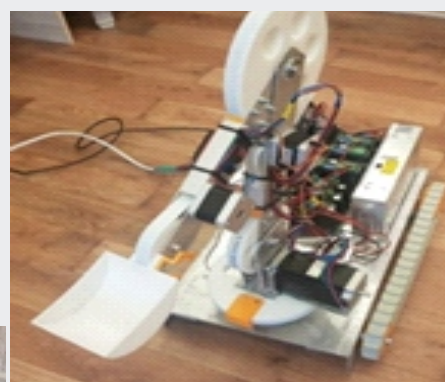
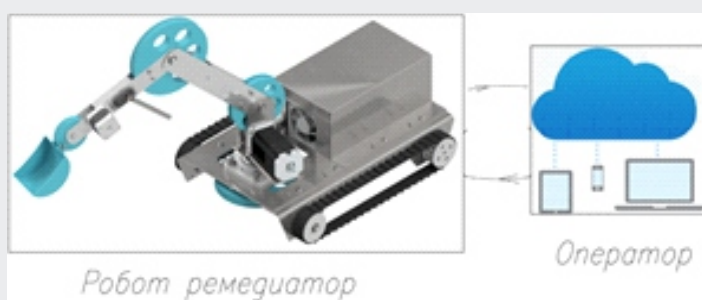
- автономная локомоция по неструктурированной местности и обнаружение мест разливов;
- проведение замеров ионизирующего излучения и закисленности грунта на участках разлива;
- мониторинг зон разливов в автоматическом и полуавтоматическом режимах и оценка площади, глубины и 3D формы разлива;
- загрузка зараженного грунта на приемную тележку.

**Оригинальность технического решения.**

Предложено комплексное решение сложнейшей технической задачи, совмещающее в одном РТК ряд технологических операций. Подобных решений не существует на рынке робототехнической продукции.

**Стадия разработки:**

выполнено виртуальное 3D-моделирование и дизайн РТК, разработан действующий демонстрационный макет, которые показали правильность предлагаемых решений и полную работоспособность выбранной схемы РТК.



3D-дизайн и демонстрационный макет









**Контакты:**

Институт механики и машиноведения имени  
академика У.А.Джолдасбекова КН МОН РК  
050010, г.Алматы, Курмангазы 29

+7 (727) 272 6284

+7 (747) 486 7113

[dgpimmash@mail.ru](mailto:dgpimmash@mail.ru)