



# КОМПЛЕКС ПОЛУНАТУРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ РИТМ

## НАЗНАЧЕНИЕ

Комплекс полунатурного моделирования (КПМ) РИТМ является универсальной программно-аппаратной платформой для проведения систематических испытаний встраиваемых систем в режиме жесткого реального времени, а также для создания симуляторов и тренажеров.



## Сценарии использования

- Быстрое прототипирование алгоритмов управления
- Полунатурное моделирование систем
- Тренажеры для эксплуатационного персонала

## МОТИВАЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Сложность разрабатываемых систем растет в геометрической прогрессии, что приводит к повышению требований по их испытанию. Проводить натурные испытания необходимо, но крайне дорого, поэтому разработчики авиационной техники и вооружений сокращают объем натурных и летных испытаний за счет математического (ММ) и полунатурного (ПНМ) моделирования.

### Ожидаемое изменение соотношений между типами испытаний

- *Снижение доли натурных и летных испытаний с 85% до 50%*
- *Увеличение доли испытаний на стендах ММ с 5% до 20%*
- *Увеличение доли испытаний на стендах ПНМ с 10% до 30%*

КПМ РИТМ — отечественное серийное решение для компаний-разработчиков, которое призвано освободить ресурсы и вместо построения стендов сфокусироваться непосредственно на проектировании систем. Это достигается за счет масштабируемой, легко настраиваемой, реконфигурируемой платформы, в которую входят универсальные аппаратные и программные средства для ММ и ПНМ.

## ОТЛИЧИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ОТ ПОЛУНАТУРНОГО

При организации математического моделирования систем различные функциональные модели подсистем запускаются на нескольких ПК, которые связаны друг с другом единой сетью. Такое моделирование позволяет увидеть взаимное влияние и обмен данными между подсистемами в первом приближении. Однако, при такой организации тестирования не учитываются реальные задержки или эффекты квантования при передаче сигналов через реальные интерфейсы, которые будут использованы в системе. Более того, используемые на ПК операционные системы общего назначения вносят задержки и управляют временем просчета модели по своим приоритетам.

Это приводит к тому, что темп расчета алгоритма (модели) не соответствует темпу работы реального объекта управления, блока управления или исполнительных механизмов.

Для устранения этих проблем используются специализированные ПК с реальными интерфейсами (цифровые и аналоговые входы/выходы, MIL-STD-1553, ARINC 429, CAN, RS-485, SPI, I2C и т.д.) и операционной системой реального времени (ОСРВ), приоритетом которой является гарантия завершения счета математической модели в заданное время с передачей данных в другие подсистемы по реальным интерфейсам.

Такой тип моделирования называем полунатурным, и именно такое тестирование организуется на платформе КПМ РИТМ.

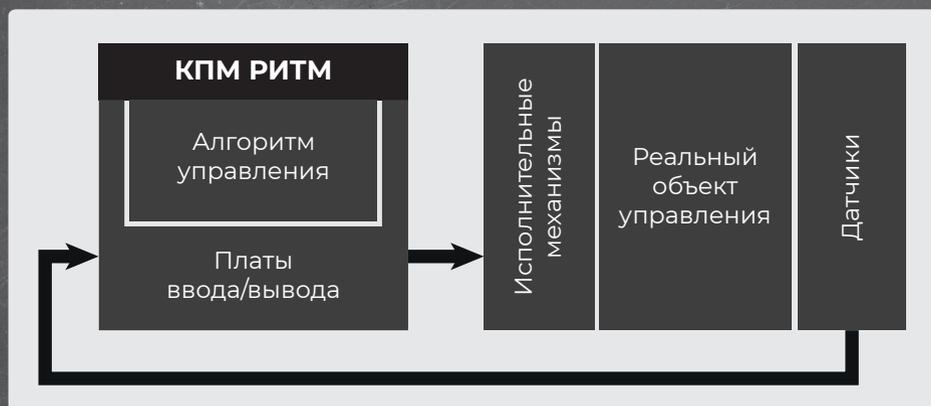
# СЦЕНАРИЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ №1: БЫСТРОЕ ПРОТОТИПИРОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ

## Постановка задачи

Необходимо протестировать придуманный алгоритм управления, написанный на «бумаге» или разработанный в виде модели, но не перенесенный на электронный блок управления по причине недоступности самого вычислителя или долгих итераций при реализации алгоритма программистами на вычислителе.

## Решение

Необходимо произвести подключение КПМ РИТМ к испытываемой системе вместо недоступного электронного блока управления и произвести запуск модели алгоритма управления в режиме жесткого реального времени буквально по нажатию одной кнопки. Таким образом можно убедиться, что выбранный алгоритм управления работает корректно, если же нет, то произвести коррекцию и повторный запуск модели.



*КПМ РИТМ. Блок-схема «Быстрое прототипирование»*

Используя такой подход, вы можете проводить быстрые итерации при разработке алгоритмов управления в реальном окружении, не обладая профессиональными навыками программиста.

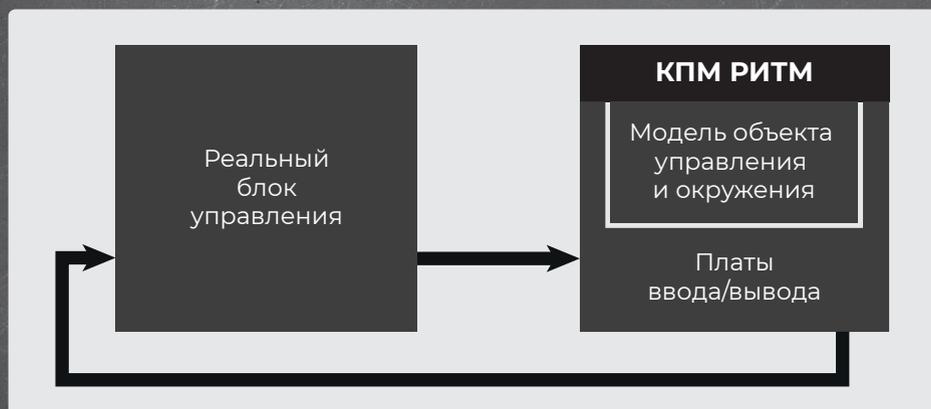
## СЦЕНАРИЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ №2: ПОЛУНАТУРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ (HARDWARE-IN-THE-LOOP)

### Постановка задачи

Необходимо провести испытания готового блока управления, однако этот процесс может быть очень дорогостоящим, требовать специальных и труднодостижимых условий, а также быть небезопасным для здоровья людей или сохранности испытываемого изделия.

### Решение

Необходимо подключить разработанный блок управления к КПМ РИТМ, на котором запущена математическая модель объекта управления или окружения в режиме жесткого реального времени. Такой подход позволяет проводить систематические комплексные испытания в любых режимах эксплуатации без риска нанесения вреда изделию или испытателям в лабораторных условиях.



*КПМ РИТМ. Блок-схема «Полунатурное моделирование»*

К такому стенду можно подключать реальные устройства, которые уже доступны, или постепенно заменять математические модели реальными компонентами, входящими в состав изделия.

## СЦЕНАРИЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ №3: ТРЕНАЖЕР

При разработке систем при помощи модельно-ориентированного проектирования одним из преимуществ является повторное использование математических моделей для обучения эксплуатационного персонала, то есть построение тренажеров.

КПМ РИТМ позволяет подключать различные устройства управления, дисплеи для вывода информации о работе системы и информирования операторов, воссоздавать сценарии для обучения персонала, а также принятий и проверки решений об оптимизации режимов работающей системы.

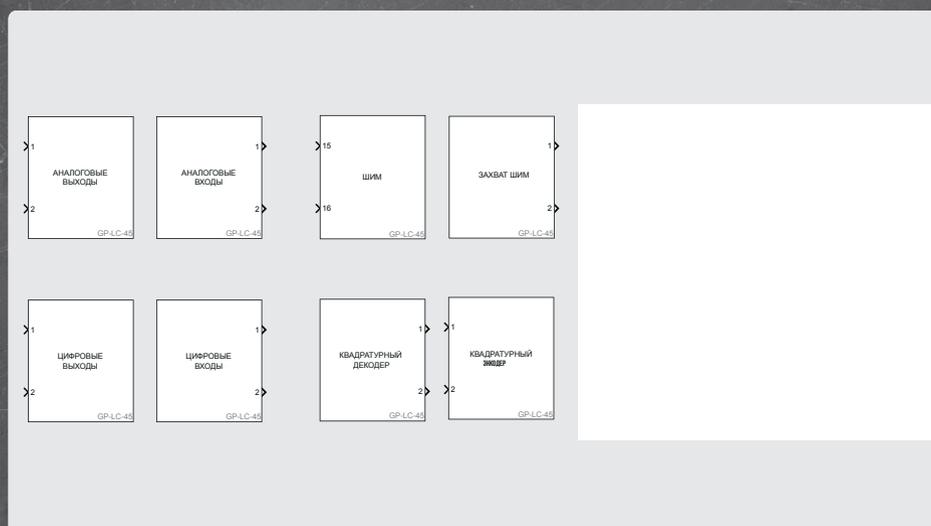


*КПМ РИТМ. Блок-схема «Тренажер»*

# ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

## Подключение интерфейсов

КПМ РИТМ поддерживает различные типы интерфейсов для обмена информацией с внешними устройствами, взаимодействие с которыми для пользователя выглядит как добавление блока работы с соответствующей периферией в модель и настройку его параметров.



Пример блока работы с периферией и окно настройки его параметров

## Базовые модули

- ЦАП и АЦП
- Цифровые входы/выходы
- Генерация и захват ШИМ
- Квадратурный энкодер/декодер
- Модули ввода/вывода на базе ПЛИС

# ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

## Специализированные модули

- SPI и I2C
- CAN
- MIL-STD-1553
- ARINC 429
- RS-232/422/485
- Fibre Channel
- UART
- IEC 61850
- Ethernet/TCP/UDP
- Запуск алгоритмов на ПЛИС
- и многие другие



## ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

### Удобные инструменты для разработчика

- Доступ к параметрам модели во время исполнения в реальном времени как в ручном, так и в автоматизированном режиме из скриптов;
- Регистрация выбранных сигналов на встроенном накопителе или на хост-системе для последующего анализа;
- Вывод сигналов в виде осциллограмм на подключенный монитор для визуального контроля;
- Создание панелей инструментов для удобного управления стендом и отслеживания параметров;
- Автоматизация регрессионного тестирования для запуска тестов без участия пользователя;
- Распараллеливание счета на многоядерном CPU;
- Профилирование модели и кода;
- Подключение исходных кодов на языке C или Fortran в модель;
- Возможность объединения нескольких КПМ РИТМ в единую систему;
- Запуск пользовательских алгоритмов на ПЛИС;
- Работа на базе ОСРВ «РИТМ. Реальное время», внесенной в реестр российского ПО.

## ЗАКАЗ ОБОРУДОВАНИЯ

Для заказа необходимо отправить заявку на электронный адрес **zakaz@kpm-ritm.ru**

КПМ РИТМ поставляется «под ключ», поэтому для проработки решения необходимо знать: сколько и каких интерфейсов необходимо подключить, на какой скорости они должны работать, а также какой сложности модели вы планируете запускать.

Эта информация позволит нам рассчитать и сконфигурировать стенд для бесшовного подключения к вашему оборудованию и гарантировать исполнение моделей в реальном времени.

## Техническая поддержка

- *Вы можете купить сертификат на поддержку длительностью от одного до трех лет, что позволит вам получать новые версии ПО, оперативную замену вышедших из строя компонентов и возможность расширения комплектации КПМ РИТМ;*
- *При поставке осуществляется ввод КПМ РИТМ в эксплуатацию, в который входит базовое обучение, подключение и настройка оборудования;*
- *При действующей подписке на техническую поддержку оказывается помощь при использовании сопутствующего ПО для подготовки и запуска моделей в реальном времени.*

## • **ДЕМОНСТРАЦИЯ КПМ РИТМ**

Проводится в офисе или в виртуальной комнате через видео-конференц-связь. Обзор возможностей производится на моделях из наших проектов или на моделях клиента.

### • **Демонстрация возможностей КПМ РИТМ на моделях из проектов компании**

В рамках данного формата подбирается модель, максимально близкая к вашим текущим задачам. Это помогает лучше ориентироваться в демонстрации, понимая физику и специфику того или иного объекта.

### • **Демонстрация возможностей на моделях клиента**

Этот формат позволяет понять применимость стендов компании уже непосредственно для ваших моделей, так как они могут быть гораздо больше и сложнее, чем те, которые используются в предыдущем варианте.

## ● АРЕНДА СТЕНДА

**Аренда стендов на базе** КПМ РИТМ предоставляется на срок от года — именно столько в среднем длятся проекты клиентов компании.

### ● В рамках услуги вы получаете:

- *Протестированный и полностью сконфигурированный под задачи стенд.*
- *Техническую поддержку на весь срок аренды, включая замену вышедших из строя комплектующих стенда.*
- *Возможность выкупить стенд после завершения аренды по остаточной стоимости.*
- *Возможность замены интерфейсных плат на более новые или другого типа бесплатно или на льготных условиях при аренде на срок более года или продлении аренды после первого года использования.*

## УСЛУГИ

### Разработка стенда под ключ

КПМ РИТМ подберет и разработает для вас комплексное решение исходя из вашего проекта.

У машин реального времени всегда существует несколько вариантов исполнения:

- портативный (для использования в полевых условиях)
- защищенный вариант (для использования в экстремальных условиях или на борту конкретного объекта)
- настольный (для быстрой отработки алгоритмов непосредственно в процессе разработки)
- стендовый

Стенд под ключ на базе КПМ РИТМ объединяет в себе несколько машин и обеспечивает максимальную вариативность тестируемых на данном стенде изделий.

## УСЛУГИ

### Создание Real-Time модели

Создание Real-Time модели подразумевает разработку модели для тестирования в режиме жесткого реального времени с целью проверки изделий заказчиков или подрядчиков. Такая разработка актуальна, если клиент разбирается в предмете выполняющихся работ недостаточно.

КПМ РИТМ может не просто сделать математическую модель САУ или объекта управления, но и запустить ее на стенде компании, отвечающем требованиям объекта управления по интерфейсным соединениям с ЭБУ. При этом покупать стенд необязательно: можно взять его в аренду на год. Именно столько по средневзвешенным оценкам обычно длится этап полунатурных и натурных испытаний.

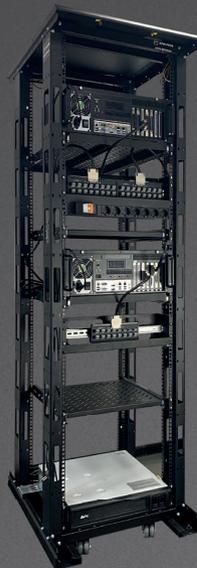
### Оптимизация моделей для исполнения в реальном времени

Услуга включает в себя:

- Управляемое изменение уровня детализации десктоп моделей без потери точности их исполнения
- Оптимизация десктоп модели для перевода ее в модель реального времени
- Настройка генератора кода под специфику модели и подготовка модели к кодогенерации.
- Мониторинг: профилирование (измерение времени выполнения) модели на КПМ РИТМ
- Разработка методологий для работы с моделями реального времени



**КПМ РИТМ**



КПМ РИТМ и технология полунатурного моделирования хорошо зарекомендовала себя в ряде проектов ВПК, авиации, электроэнергетики, автомобилестроения и вузах.

С нашей помощью множество организаций сократили стоимость и ускорили разработку встраиваемых систем.



**+7(995) 500-33-33**



**[kpm-ritm.ru](http://kpm-ritm.ru)**



**[zakaz@kpm-ritm.ru](mailto:zakaz@kpm-ritm.ru)**