



 РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

**KINEXUS**

ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К РЕОЛОГИИ И РЕОМЕТРИИ

# KINEXUS

## Инновационный подход к реометрии дисперсных систем

Компания Malvern не только осуществила реинжиниринг высокотехнологичного реометра, но и кардинально изменила подход к работе и взаимодействию с оборудованием. Kinexus – это реометрическая платформа нового поколения, разработанная с учётом пожеланий и потребностей пользователей и рынка. Система сочетает инновационную конструкцию и революционный интерфейс программного обеспечения. Без преувеличения, это решение, превосходящее Ваши ожидания в области реологии.

Модульный реометр Kinexus не только является автоматически конфигурируемым устройством с технологией «plug and play» для всех измерительных геометрий и систем температурной стабилизации, но и позволяет проводить реологические испытания с использованием инновационного подхода – системы Стандартных Операционных Процедур (СОП/SOP/Standard Operation Procedures).

Предназначенный для определения реологических характеристик дисперсий, неньютоновских жидкостей и пластичных (полужидких) материалов, реометр Kinexus обладает непревзойденными возможностями как сдвиговых, так и осевых (вертикальных) испытаний.



### Основные преимущества реометра Kinexus

- Все режимы реологических испытаний: контроль напряжения, скорости сдвига и осцилляции с непосредственным контролем деформации при заданной амплитуде
- Исключительные характеристики вертикального профиля: скорость перемещения, установка и контроль зазора, высочайшая чувствительность датчика нормальной силы
- Уникальный интерфейс программного обеспечения gSpace обеспечивает максимум гибкости при настройке испытаний: от режима СОП/SOP с предустановленной последовательностью операций до полностью настраиваемой схемы эксперимента, в соответствии с конкретными требованиями
- Широкий выбор измерительных геометрий, оптимизированных для определения реологических свойств неньютоновских жидкостей и пластичных (полужидких) материалов, включая дисперсии, эмульсии, растворы полимеров и ПАВ, пасты и гели
- Функция интеллектуального распознавания устанавливаемой геометрии с автоматической настройкой системы и обратной связью с пользователем (о состоянии/необходимых действиях) обеспечивает высокую надёжность получаемых данных
- Полное протоколирование истории эксперимента с момента загрузки образца в реометр для гарантии объективности реологических данных, регистрация которых, в том числе для сложных неньютоновских материалов, фактически необходима ещё до начала измерения
- Уникальные модули температурного контроля кассетного типа – автоматическое распознавание и конфигурирование (технология plug and play), простое и быстрое подключение, все коммуникации интегрированы
- Многофункциональность конструкции модулей температурного контроля с возможностью простой замены нижней плоскости (или стакана) – эффективное решение, позволяющее легко конфигурировать измерительные системы и обеспечивающее максимум функциональности при измерении

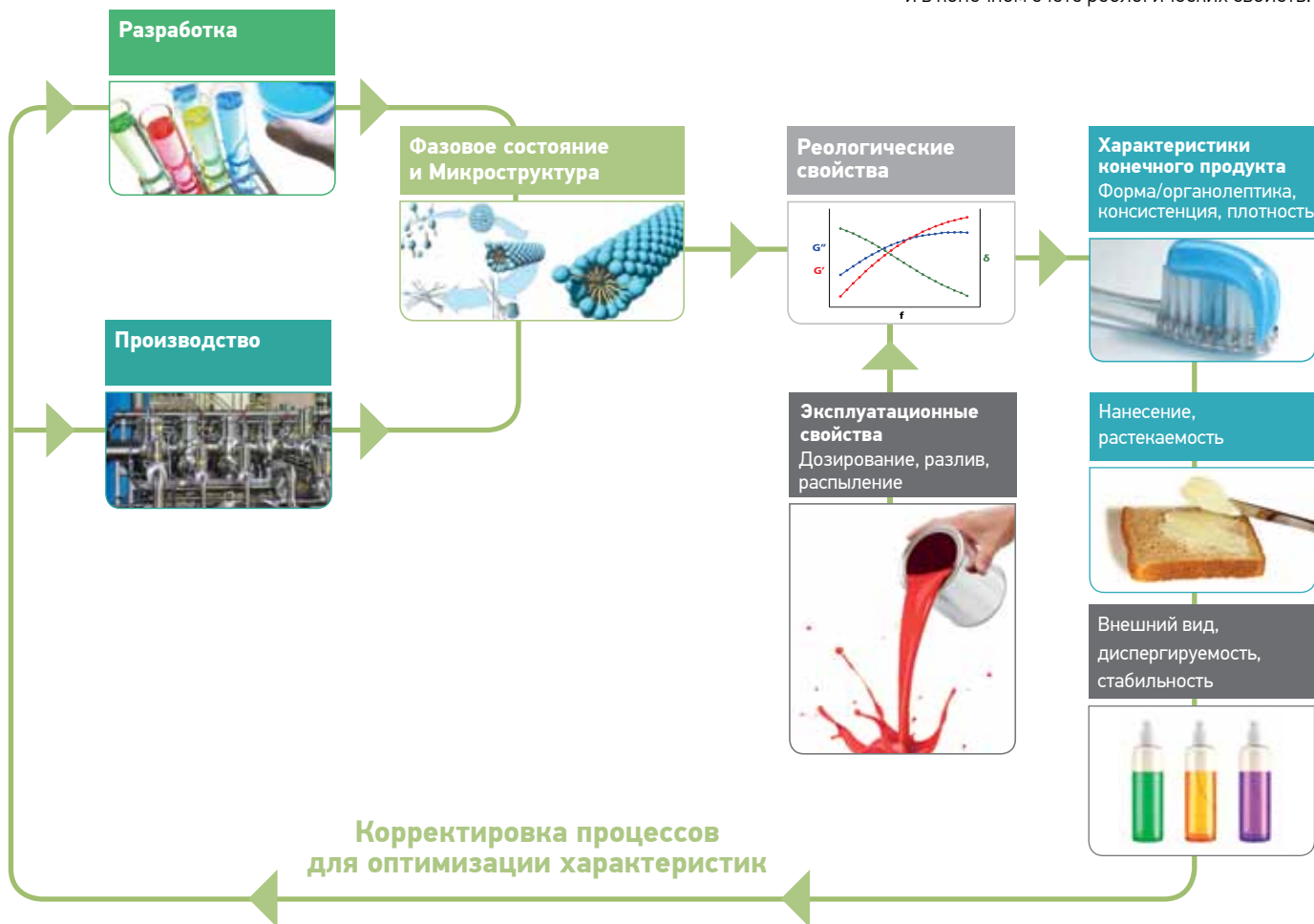


# От разработки и производства до характеристик конечного продукта

Важность реологических свойств

Реологические свойства являются важным звеном, связывающим микроструктуру и конечные характеристики продукта.

Цель разработки – производство продукта с требуемыми характеристиками посредством контроля микроструктуры и в конечном счёте реологических свойств.



Реометр Kinexus предназначен для изучения и определения свойств материалов (от вязкости до вязкоупругости) и для решения вопросов/проблем на различных этапах жизненного цикла продукта, в том числе:

- связанных с производством и переработкой

- в характерных временных и температурных диапазонах
- для конкретных партий
- при изменении состава
- при фасовке/упаковке продукта
- при транспортировке

- связанных со стабильностью и при хранении
- в отношении потребительских характеристик
- восприятия продукта потребителем
- относительно других продуктов на рынке

# Исключительные возможности двухпараметрического управления

Революционные возможности контроля испытаний в условиях сдвига и осевой (вертикальной) нагрузки



Уникальное сочетание аппаратной реализации и программного обеспечения gSpace открывают возможность независимого конфигурирования 3-х функциональных узлов реометра:

- Контроль вращения (сдвига) – момент, скорость и угловое положение
- Вертикальный (осевой) контроль – зазор и нормальная сила
- Контроль температуры

Обеспечивая исключительные возможности и гибкость реологических испытаний для решения производственных и исследовательских задач, Kinexus позволяет:

- Проводить любые испытания в режиме контролируемого сдвига
- Исследовать образцы в режиме контроля вертикального профиля, в том числе на сжатие и липкость
- Сочетать сдвиговые и осевые нагрузки для моделирования условий производства/переработки

**Значительные усилия при разработке платформы Kinexus были направлены на достижение исключительных возможностей вертикального (осевого) профиля реометра. Обычно этот функциональный узел ротационных реометров далёк от идеала.**

Kinexus сочетает высокую скорость и разрешение вертикального профиля (контроль зазора) с высокочувствительным контролем нормальной силы, что обеспечивает исключительные возможности при загрузке и измерении образцов: от слабоструктурированных до быстротвердеющих материалов.

Исчерпывающее протоколирование истории эксперимента с регистрацией всех данных: от загрузки до удаления образца – позволяет адекватно изучить, оптимизировать и верифицировать каждый измерительный этап на предмет объективности и достоверности.

# Исключительные возможности двухпараметрического управления

Синхронизированные данные о моменте, деформации (смещении), величине зазора и нормальной силе, полученные при высокочастотной регистрации



## Контроль величины зазора

- Большой диапазон вертикального перемещения: 230 мм – для удобства доступа и гибкости при проведении эксперимента
- Непревзойдённый диапазон скорости вертикального перемещения: от 0.1 мкм/с до 35мм/с
- Контролируемые профили скорости и нормальной силы во всем диапазоне вертикального положения: линейный, экспоненциальный и ограниченный
- Точность измерения зазора: 0.1 мкм во всем диапазоне
- Оптимальная загрузка образцов любых типов: от чувствительных к деформации слабоструктурированных материалов до быстроотверждающихся систем
- Широкие возможности высокоточного контроля вертикального профиля (осевые испытания), в том числе испытания на сжатие и липкость

## Нормальная сила

- Высокая чувствительность и быстроедействие датчика нормальной силы с инновационной конструктивной реализацией
- Высокая точность контроля и ответной реакции – гарантия качественной регистрации переходных/кратковременных процессов
- Сверхбыстрая коммуникация и передача всех параметров работы реометра с частотой 5 кГц, в том числе величины зазора и нормальной силы, синхронизированных с ротационными и температурными данными
- История нормальной силы регистрируется и сохраняется в процессе загрузки образца, что критически важно при исследовании неньютоновских материалов, объективность реологических испытаний для которых начинается с контролируемого и воспроизводимого этапа загрузки

# Программное обеспечение rSpace

Исключительная функциональность и гибкость управления реометром в формате измерительных последовательностей



Одной из целей, поставленных при разработке платформы Kinexus, была реализация максимальной гибкости управления и возможностей проведения испытаний ранее недоступных для ротационного реометра.

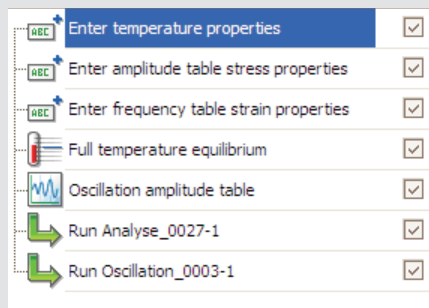
Изучение рынка показало, что требования пользователей промышленного сегмента сводятся к необходимости работы с базой готовых методик в режиме СОП/SOP с предустановленными параметрами/условиями проведения испытаний, с соответствующими инструкциями для оператора и возможностью корректировки требуемых значений/диапазонов.

С другой стороны, в области фундаментальных исследований требуется открытая система построения эксперимента с возможностью сочетания реометрических действий различных типов – для исчерпывающей реализации на практике условий мысленного эксперимента, что в полной мере было не возможно на реометрах предыдущих поколений.

Таким образом, перед программной средой rSpace ставилась непростая задача гармонизировать эти достаточно поляризованные требования в рамках единой платформы. Уникальность Kinexus заключается в том, что пользовательский интерфейс адаптирован для работы в режиме измерительных последовательностей, как предустановленных, так и конструируемых произвольно, что удовлетворяет обозначенным выше требованиям.

Программное обеспечение rSpace функционирует в режиме измерительных последовательностей, состоящих из фундаментальных реологических операций (или экспериментальных модулей), которые могут быть связаны с другими действиями, такими как информирование пользователя, выбор режимов/измерительных параметров, вычисление значений, установка петель обратной связи и триггеров для возможности построения требуемого теста.

- Установка последовательности в режим «run» (только выполнение) позволяет работать в условиях СОП/SOP с предопределёнными установками тестов и информационной обратной связью
- Режим «edit» (редактирование) – это максимальная функциональность и полный доступ к возможностям проектирования эксперимента



*«Какой именно реологический тест Вы хотели бы провести?»*

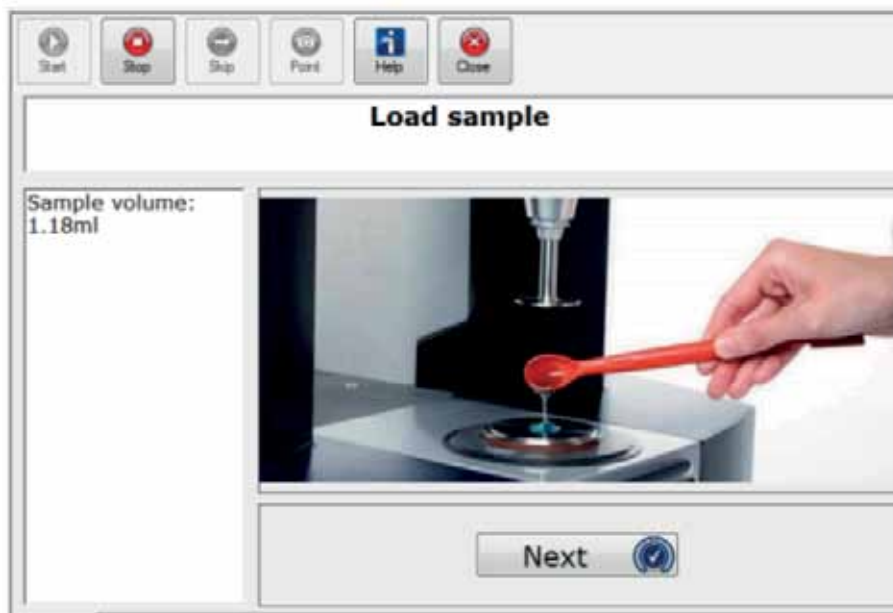
- Вы планируете – Kinexus реализует
- Специализированные и расширенные испытания в полном соответствии с требованиями исследования

## Настройка измерительных последовательностей в Kinexus

- Функциональность перетаскивания («drag and drop») типовых операций и импорта подпоследовательностей при конструировании эксперимента
- Возможность выбора параметров пользователем, вычисления значений, реализации петель обратной связи и триггеров
- Включение пользовательских действий и инструкций при необходимости и по запросу

# Программное обеспечение **rSpace**

Надёжность реологических испытаний благодаря интегрированной системе Стандартных Операционных Процедур (СОП/SOP)



Одна из ключевых особенностей решений Malvern при исследовании материалов – подход к проведению эксперимента в формате СОП/SOP был впервые реализован для реометра на платформе Kinexus.

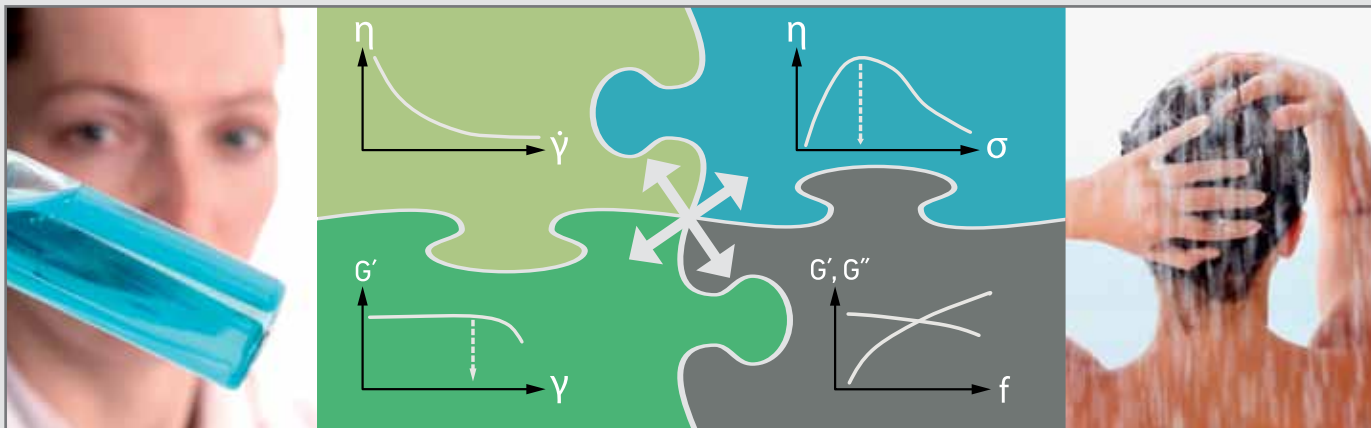
- Проведение реологических испытаний с предустановленными последовательностями операций, автоматической идентификацией измерительных систем и настройкой параметров
- Постоянная обратная связь, контроль критически важных реологических значений и информирование оператора
- Простота создания стандартных методик
- Возможность переноса и точного воспроизведения методик в рамках компании
- Единый подход к проведению измерений и реализации методик

## Пакет реологических тестов (Rheology Toolkit)

- Набор фундаментальных реологических тестов на панели быстрого запуска rSpace
- Начните с надёжных базовых реологических испытаний
- Конфигурируемые эксперименты, проводимые в режиме стандартизованных протоколов с полным описанием типа и последовательности испытания

## Используйте Toolkit для характеристики материалов или оптимизации технологических процессов:

- Получите картину реологического поведения материала
- Решайте вопросы, возникающие при разработке продукта/материала, проблемы эксплуатационного или производственного характера
- Оптимизируйте основные характеристики материала или разработайте контрольный тест для критически важных параметров



# Измерительные системы и дополнительное оборудование

Разработаны специально для исследования неньютоновских жидкостей и упруговязких (полутвёрдых) материалов



## Измерительные системы (геометрии)

- Быстросъёмные автоматически распознаваемые геометрии
- Автоматическая настройка констант геометрий и условий эксперимента
- Привязка типов испытаний к используемой геометрии для минимизации ошибки
- Автоматическая блокировка геометрии для простоты подравнивания профиля образца и очистки
- Различные материалы и фактуры поверхности
- Защитный кожух для минимизации/исключения испарения во время теста
- Комплекты одноразовых геометрий
- Измерительные системы типа коаксиальные цилиндры (ротор/стакан, DIN)
- Двойной зазор и крыльчатки
- Адаптер для установки и использования произвольных геометрий с платформой Kinexus

## Контроллеры температуры

- Уникальный кассетный тип модулей температурного контроля с технологией «plug and play»
- Простая, быстрая и надёжная установка
- Все коммуникации интегрированы
- Автоматическое распознавание и конфигурирование модулей
- Системы термостабилизации на элементах Пельтье: быстрая скорость нагрева/охлаждения, высокая стабильность температуры
- Высокоточный датчик температуры, расположенный в непосредственной близости к образцу
- Точность термостабилизации 0.01°C
- Простота очистки за счёт особенностей конструктивной реализации



## Модули термостабилизации KINEXUS

Оптимизированы для исследования неньютоновских жидкостей и упруговязких (полутвёрдых) материалов

### Модуль Пельтье для термостабилизации измерительных систем плоскость-плоскость и конус-плоскость (от -40°C до +200°C)

- Удовлетворяет требованиям термостабилизации для широкого круга приложений и материалов: от жидких до полутвёрдых, таких как кремы, пасты и гели
- Сменные нижние плоскости для выбора наилучших условий испытания (например, соответствие диаметров нижней и верхней геометрии) и оптимальной термостабилизации

- Эффективная конструкция защитного кожуха повышает точность при испытаниях образцов с летучими компонентами и минимизирует потерю влаги
- Одноразовые геометрии для испытаний отверждающихся материалов

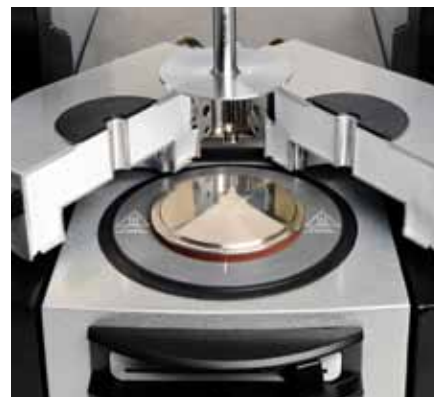


### Модуль Пельтье с активным кожухом для термостабилизации измерительных систем плоскость-плоскость и конус-плоскость и минимизации температурных градиентов (от -40°C до +200°C)

- Оптимален при исследованиях высоко термочувствительных материалов и/или при температурах испытаний значительно отличных от окружающей
- Оригинальная конструкция совмещает элементы Пельтье с дополнительными нагревательными элементами, что повышает эффективность (вертикальной

и радиальной) термостабилизации зоны измерения

- Компоненты с низкой теплоёмкостью для оптимизации скорости термостабилизации
- Разъём для подвода инертного газа в зону измерения



### Модуль Пельтье для термостабилизации измерительных систем типа коаксиальные цилиндры (от -30°C до +200°C)

- Оптимизирован для работы с различными материалами: от жидких образцов (с высокой текучестью) до высококонцентрированных дисперсий с пределом текучести
- Конструкция Пельтье обеспечивает быстрое изменение температур и термостабилизацию образца при минимуме температурных градиентов
- Различные типоразмеры цилиндрических измерительных систем (внешнего

«стакана» и внутреннего «ротора»): C14 (DIN), C25 (DIN) и с большим диаметром – C34

- Система с двойным зазором и ряд лопастных геометрий (типа крыльчатка)
- Сменные внешние цилиндры (стаканы) со съёмными основаниями значительно упрощают очистку
- Вставка типа плоскость в стакан (цилиндрического модуля) позволяет использовать реометр в режиме цилиндрической или плоской измерительной системы с одним «универсальным» модулем Пельтье



## Технические характеристики реометров KINEXUS

Детальное понимание области применения, специфики образцов и соответствующих требований к реологическим испытаниям является ключевым фактором при выборе оптимальной конфигурации реометра.

При возникновении вопросов на этапе выбора оптимальной для Ваших задач модели/конфигурации реометра, рекомендуем обратиться к нашим экспертам за рекомендациями и/или для проведения демонстрации работы оборудования или пробных измерений образцов, представляющих интерес.

	ultra+	pro+ /DSR+	lab+ /DSR
<b>Реометрическая платформа</b>	<b>Максимальные характеристики в серии, самые широкие условия испытаний</b>	<b>Оптимальное решение для научно-исследовательских приложений</b>	<b>Акцент на работу в приложениях рутинного контроля качества в формате стандартизованных протоколов (тестов)</b>
Стандартные режимы работы	Прямой контроль деформации; контроль скорости сдвига; контроль напряжения сдвига		
Диапазон крутящего момента – Вискозиметрия (контроль скорости и напряжения сдвига)	5 нНм – 250 мНм	10 нНм – 200 мНм	20 нНм – 200 мНм
Диапазон крутящего момента – Осцилляция (контроль деформации и напряжения сдвига)	0.5 нНм – 250 мНм	2 нНм – 200 мНм	10 нНм – 200 мНм
Разрешение по моменту	0.05 нНм	0.1 нНм	0.1 нНм
Разрешение по положению	< 10 нрад	< 10 нрад	< 10 нрад
Диапазон угловых скоростей	10 нрад/с – 500 рад/с	10 нрад/с – 500 рад/с	10 нрад/с – 325 рад/с
Шаг изменения деформации	< 10 мс	< 10 мс	< 10 мс
Диапазон частот	6.28 мкрад/с – 942 рад/с (1 мкГц – 150 Гц)	6.28 мкрад/с – 942 рад/с (1 мкГц – 150 Гц)	6.28 мкрад/с – 628 рад/с (1 мкГц – 100 Гц)
Инерционность двигателя	13 мкН*м*с <sup>2</sup>	13 мкН*м*с <sup>2</sup>	13 мкН*м*с <sup>2</sup>
Диапазон нормальной силы	0.001 – 20 Н (опционально 50 Н)	0.001 – 20 Н (опционально 50 Н)	0.001 – 20 Н (опционально 50 Н)
Разрешение нормальной силы	0.5 мН	0.5 мН	0.5 мН
Быстродействие (нормальная сила)	< 10 мс	< 10 мс	< 10 мс
Скорость вертикального перемещения	0.1 мкм/с – 35 мм/с	0.1 мкм/с – 35 мм/с	0.1 мкм/с – 35 мм/с
Диапазон вертикального перемещения (измеряемый)	230 мм	230 мм	230 мм
Разрешение вертикального положения (во всем диапазоне)	0.1 мкм	0.1 мкм	0.1 мкм
Полностью конфигурируемые вертикальные профили	По скорости и нормальной силе		
Протоколирование исходных реометрических (приборных) данных	Постоянная передача данных с частотой 5 кГц		
Полная история эксперимента (образца)	Регистрация всех данных от момента загрузки до момента удаления образца		
Интерфейс подключения	USB2 – технология «plug and play»		
<b>Программное обеспечение gSpace</b>	<b>Функциональность измерительных последовательностей: испытания в режиме Стандартных Операционных Процедур (СОП/SOP/Standard Operation Procedures) или произвольно конфигурируемых тестов Модель DSR – только испытания асфальтовых вяжущих в соответствии с отраслевыми стандартами</b>		
21 CFR часть 11 (режим ПО)	Опционально	Опционально	Опционально
<b>Габариты и масса</b>			
Г x Ш x В (масса)	485 мм x 490 мм x 680 мм (47 кг)		

**Примечание:** Характеристики достижимы при соблюдении требований к установке/эксплуатации реометров Kinexus

# Технические характеристики реометров KINEXUS

	ultra+	pro+ /DSR+	lab+ /DSR
<b>Дополнительные компоненты</b>	Разработаны и оптимизированы для исследования дисперсных систем, в том числе растворов полимеров и ПАВ, вспененных материалов, эмульсий, суспензий, паст и гелей, асфальтовых вяжущих и битумных эмульсий		
<b>Измерительные системы (геометрии)</b>			
Быстросъёмные верхние геометрии	Автоматическое распознавание геометрии и конфигурирование системы; технология «plug and play»		
Материалы	Стандартное исполнение – нержавеющая сталь 316 Опционально: другие материалы (например, титан, алюминий)		
Диаметры плоских геометрий	Стандартные типоразмеры: от 20 мм до 60 мм, другие – по запросу Специализированные геометрии 4 мм, 8 мм и 25 мм для испытаний асфальтовых вяжущих		
Углы конуса	Стандартные: 0.5 °, 1 °, 2 ° и 4 °, другие – по запросу		
Нижние съёмные плоскости	Различные диаметры и фактуры поверхности (для использования в паре с верхним конусом или плоскостью)		
Коаксиальные цилиндры	Стандартные типоразмеры: C14 (DIN), C25 (DIN), C34		
Съёмные внешние цилиндры (стаканы)	Быстросъёмный механизм		
Варианты поверхности	Шероховатая, рифлёная, бороздчатая/рифлёная (коаксиальные цилиндры)		
Лопастные инструменты (крыльчатки)	4-х лопастные крыльчатки C14 и C25		
Одноразовые геометрии	Верхние и нижние одноразовые плоскости для испытаний отверждающихся материалов		
<b>Модули термостабилизации</b>			
Быстросъёмная модульная конструкция	Технология «plug and play»; автоматическое распознавание и конфигурирование в ПО		
Модуль Пельтье для термостабилизации измерительных систем плоскость-плоскость и конус-плоскость	Диапазон термостабилизации от -40 °C до +200 °C Максимальная скорость нагрева*: 30 °C/мин Максимальная скорость охлаждения*: 30 °C/мин		
Модуль Пельтье с активным кожухом для термостабилизации измерительных систем плоскость-плоскость и конус-плоскость	Диапазон термостабилизации от -40 °C до +200 °C Максимальная скорость нагрева*: 30 °C/мин Максимальная скорость охлаждения*: 20 °C/мин		
Модуль Пельтье для термостабилизации измерительных систем типа коаксиальные цилиндры	Диапазон термостабилизации от -30 °C до +200 °C Максимальная скорость нагрева*: 15 °C/мин Максимальная скорость охлаждения*: 15 °C/мин		
Высокотемпературный модуль НТС	Диапазон термостабилизации: от 0 °C** до +300 °C Максимальная скорость нагрева*: 20 °C/мин Максимальная скорость охлаждения*: 20 °C/мин		
Точность термостабилизации	0.01 °C		
Стабильность температуры	Лучше чем ±0.1 °C***		

\* зависит от диапазона температуры

\*\* при использовании дополнительной охлаждающей опции, зависит от окружающих условий

\*\*\* ±0.2 °C для высокотемпературного модуля НТС

**Примечание:** Характеристики достижимы при соблюдении требований к установке/эксплуатации реометров Kinexus



**Malvern Instruments Limited**  
Groewood Road, Malvern,  
Worcestershire, UK, WR14 1XZ

Tel +44 1684 892456  
Fax +44 1684 892789

[www.malvern.ru](http://www.malvern.ru)

Malvern Instruments входит в группу компаний Spectris plc – высокоточное измерительное оборудование и системы управления.

Spectris и логотип Spectris являются торговыми марками Spectris plc.



**spectris**

Вся представленная информация является корректной на момент публикации.

Компания Malvern Instruments следует стратегии устойчивого развития с целью постоянного улучшения качества продуктов и услуг.

Таким образом, компания сохраняет за собой право изменения информации, описаний и спецификаций, приведённых в данной публикации без предварительного уведомления. Malvern Instruments не несёт ответственности за ошибки, побочные или косвенные убытки, связанные с представлением, предоставлением или использованием данных материалов.

Реометр Kinexus и компоненты платформы/ системы защищены: US6714879B2 и EP1219948A2; US8225644B2; US20120240665A1 и EP2307873A2, CN102112861A, JP2011530063A; EP2538198A1 и CN102112860A, JP2011530062A.

Malvern и логотип 'hills' ('зелёные холмы'), Kinexus,  и  являются международными торговыми марками компании Malvern Instruments Ltd.

© MRK1089-05-RU-02

#### Решения Malvern: Доступность передовых технологий

**ООО «КД Системы и Оборудование»**  
официальный торгово-технический представитель в России

Центральный офис и демонстрационно-методический центр:  
197375 • Санкт-Петербург • ул. Вербная, д. 27 А  
Телефон/факс: +7 (812) 319-55-71/72

127106 • Москва • Гостиничный проезд, д 4Б, офис 517  
Телефон: +7 (495) 640-55-71

Web-сайт: [www.kdsi.ru](http://www.kdsi.ru) • [www.malvern.ru](http://www.malvern.ru)  
E-mail: [sales@kdsi.ru](mailto:sales@kdsi.ru)

