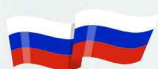


ЖИДКОСТНЫЙ ХРОМАТОГРАФ «СКОРОХОД» ДЛЯ ЭКСКЛЮЗИВНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ ПОЛИМЕРОВ

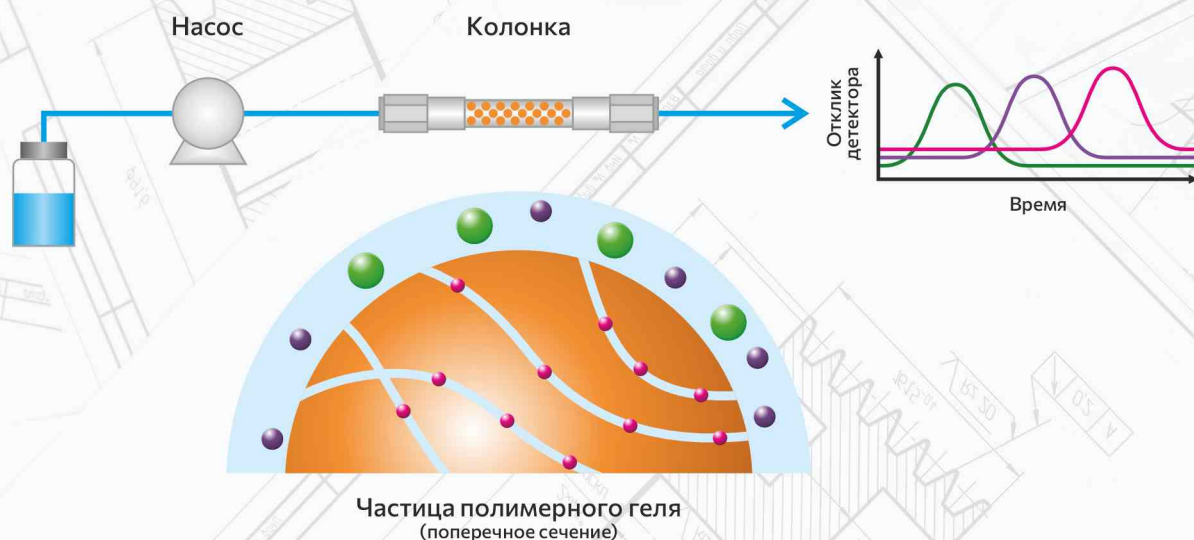


ПРОИЗВОДИМ,
А НЕ СОБИРАЕМ.
ЛУЧШЕЕ – ДЛЯ СВОИХ.

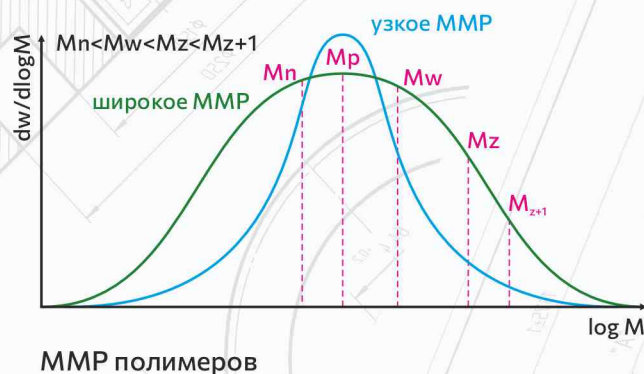
SKOROKHOD

SEVKO

Гель-проникающая (ГПХ), гель-фильтрационная (ГФХ) или эксклюзионная хроматография – это разновидность жидкостной хроматографии, которая позволяет разделять макромолекулы по размерам их клубков в растворе при прохождении через пористый сорбент. Причем размер пор сорбента определяет диапазон разделяемых молекулярных масс (размеров макромолекулярных клубков). Основным отличием эксклюзионной хроматографии от адсорбционной является отсутствие всяких взаимодействий разделяемых молекул с поверхностью сорбента. Разделение происходит от больших клубков к малым только благодаря различию в гидродинамических размерах, и как следствие, различной способности макромолекул проникать в поры сорбента.



ГПХ является одним из основных методов характеристики полимерных и олигомерных продуктов, так как позволяет **одновременно определять средние моменты молекулярных масс (M_n , M_w , M_z , M_{z+1} и т.д.) и молекулярно-массовое распределение (ММР).** В свою очередь, физико-механические свойства, способы переработки и область применения полимеров зависят именно от этих параметров. В таблице ниже представлены корреляции основных вязкоупругих и физико-механических свойств полимеров в зависимости от изменения ММ и ММР.



	Предел прочности	Растяжение	Предел текучести	Прочность	Хрупкость	Твердость
ММ↑	+	+	+	+	+	+
ММР↓	+	-	-	+	-	-

	Стойкость к истиранию	Температура размягчения	Вязкость расплава	Адгезия	Химическая устойчивость	Растворимость
ММ↑	+	+	+	-	+	-
ММР↓	+	+	+	-	+	0

«+» – улучшение показателя; «-» – ухудшение показателя; 0 – незначительное влияние

Таким образом, ГПХ является незаменимым инструментом при разработке новых полимерных материалов, синтезе, производстве и контроле качества полимеров в разных областях промышленности, а также вкпе с другими аналитическими методами – при мониторинге загрязнений объектов окружающей среды или пищевых продуктов. В серии ВЭЖХ «Скорострел» для ГПХ доступны как аналитические, так и препаративные системы для выделения и фракционирования полимеров.

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГПХ ПОЛИМЕРОВ

Фармацевтическая промышленность (ДФС.1.2.1.2.0007)

- ✓ Связующие: ПВП, ПЭГ, пектин, хитозан, метилцеллюлоза, крахмал.
- ✓ Оболочки: желатин, сложные эфиры целлюлозы, ПЭГ, ГПМЦ.
- ✓ Дезинтегранты: карбоксиметилцеллюлоза, циклодекстрин, крахмал.
- ✓ Агенты для контролируемой доставки лекарств: поликапролактан, сополимеры полилактида и гликолида, этилцеллюлоза, метакриловые сополимеры.
- ✓ Загустители: гидроксипропилцеллюлоза.

Пищевая промышленность

- ✓ Пищевые добавки: пектин, карбоксиметилцеллюлоза, крахмал, пуллулан, декстран, желатин, камедь, гуммиарабик.
- ✓ Ароматизаторы: мальтодекстрин.
- ✓ Глицидиловые эфиры в растительных маслах: моно-, ди- и триглицериды.
- ✓ Восковые покрытия: пчелиный воск, парафин, карнаубский воск.

Нефтехимическая и полимерная промышленность

- ✓ Добавки в буровые растворы: гуаровые смолы и их производные.
- ✓ Полимеры инженерного назначения: ПЭЭК, ПБТ, ПЭТФ.
- ✓ Эластомеры: полибутадиен, полиизопрен, полистирол-бутадиеновый каучук, ПДМС.
- ✓ Термопласты: полистирол, ПВХ, сложные полиэфиры (ПЭТФ), полиамиды, полиимиды, поликарбонаты, полиуретаны, полиакрилаты (ПММА), АБС-пластики, полифениленоксид, полифениленсульфид, ПТФЭ, полиацетали (ПФЛ или ПОМ).
- ✓ Смолы: эпоксидные смолы, алкидные смолы, фенол-формальдегидные смолы, меламиновые смолы, полиолы.

Экологический мониторинг

- ✓ Микропластик: выделение фракций микропластика (полистирол, ПВХ, ПЭТФ, полиуретаны, полиакрилаты и др.) из почвы или воды и их последующий анализ.

Научные изыскания

- ✓ Синтез, выделение и фракционирование новых полимерных продуктов.

ПОЧЕМУ НЕ ВСЯКИЙ ВЭЖХ ПОДХОДИТ ДЛЯ ГПХ? «СКОРОХОД» – ВСЕ ПРОДУМАНО ДО МЕЛОЧЕЙ

Несмотря на то, что базово жидкостной хроматограф для ГПХ полимеров состоит из тех же основных компонентов, что и любой ВЭЖХ, тем не менее фундаментальные особенности метода накладывают на них свой «отпечаток».

SEVKO

ПРОИЗВОДИМ, А НЕ СОБИРАЕМ

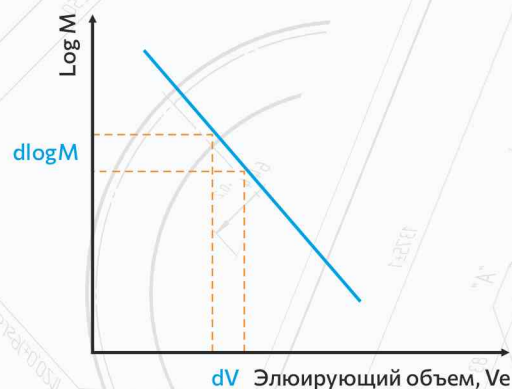


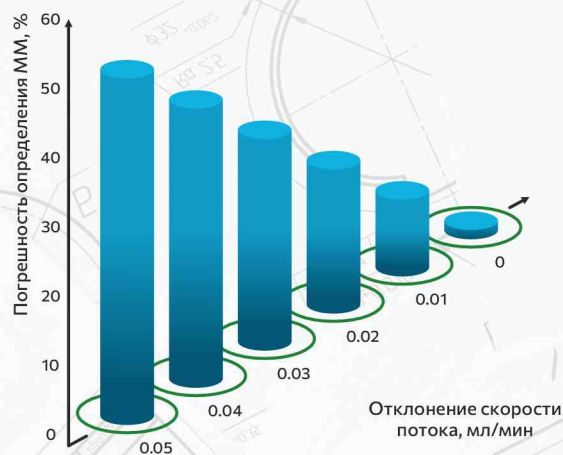
ЛУЧШЕЕ ДЛЯ СВОИХ

SKOROKHOD

Насосы для ГПХ полимеров

Поскольку в методе ГПХ молекулярная масса (ММ) определяется из калибровочной кривой, представляющей из себя зависимость **десятичного логарифма** от элюирующего объема (времени удерживания), то к точности и повторяемости потока подвижной фазы предъявляются очень высокие требования. Так, эксперименты с маркером потока показывают, что отклонение скорости потока подвижной фазы от заданного всего на $\pm 0,5\%$ приводит уже к **10 % погрешности в определении M_w** , а отклонение на $\pm 1\%$ – к погрешности на уровне **20 %**. Обычно ГПХ полимеров длится от 45 минут до нескольких часов, и важно не только поддерживать постоянную скорость потока подвижной фазы на протяжении всего этого времени, но и максимально близкую к установленной во избежание ошибок в определении ММ посредством калибровочной кривой. Любые, даже кратковременные флуктуации потока подвижной фазы при построении калибровочной кривой, а также анализе реальных полимерных образцов приведут к неправильному определению ММ.



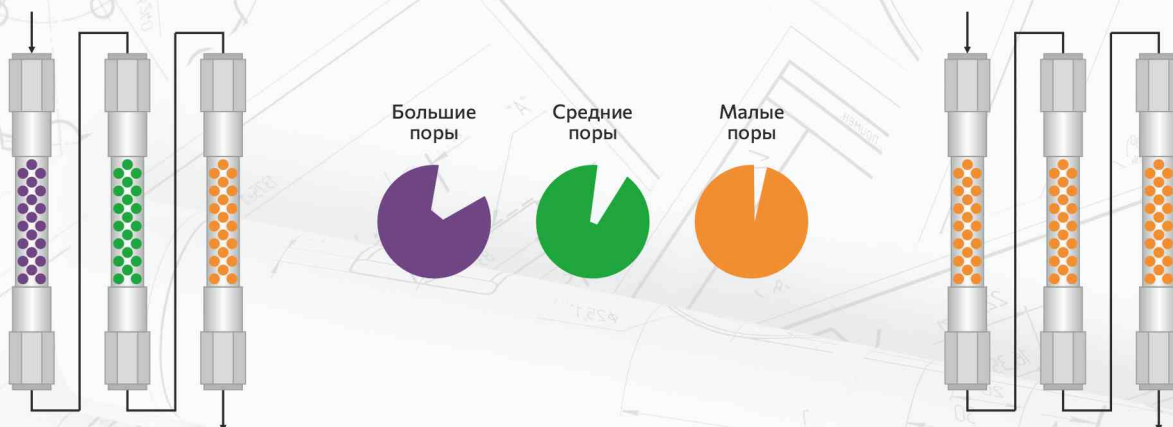


Серия ВЭЖХ «Скоростход» предлагает прецизионный насос с **непревзойденной точностью установки скорости потока подвижной фазы $\pm 0,15\%$** . Такой высокий показатель является следствием прецизионно изготовленных на собственном производстве механических компонентов привода насоса (кулачкового вала, ползунов). **Повторяемость скорости потока $0,06\%$ ОСКО** (на уровне ВЭЖХ Shimadzu и Thermo) позволяет получать одинаковые результаты определения молекулярной массы из раза в раз.

Кроме того, в насосе **Скоростхода предусмотрена возможность постепенного увеличения скорости потока подвижной фазы** до заданного, что позволяет предотвратить резкий скачок давления, и как следствие, необратимое повреждение частиц мягкого полимерного геля либо его упаковки в колонке.

Термостаты колонок для ГПХ полимеров Вместительность

В ГПХ полимеров обычно используется 2 и более колонок, соединенных последовательно, для улучшения разрешения полимерных фракций. Дело в том, что чем больше ожидаемая ММ разделяемых полимерных фракций, тем более крупнозернистые колонки необходимо использовать, чтобы избежать сдвиговых деформаций полимерного клубка, и как следствие, неправильного определения ММ. Для компенсации ухудшения разрешения при использовании крупных зерен сорбента используются каскады из одинаковых колонок. Кроме того, используя колонки с разным размером пор, соединенные последовательно, можно перекрыть широкий диапазон определяемых ММ.



При этом нужно иметь в виду, что типовая длина аналитической колонки для ГПХ – 300 мм. Таким образом, **для проведения ГПХ полимеров колоночные термостаты должны вмещать не менее 4-х колонок длиной 300 мм**, что с легкостью позволяет интегрированный в насос стандартный термостат из серии «Скороход».



Высокие температуры

Поддержание повышенных температур является необходимостью при проведении ГПХ полимеров и преследует несколько целей:

- ✓ уменьшение вязкости элюентов и улучшение разрешения;
- ✓ уменьшение давления в системе для предотвращения возможного повреждения колонок;
- ✓ растворение полимеров.

Размер частиц	Количество колонок
20 мкм	4
13 мкм	3
10 мкм	3
8 мкм	3
5 мкм	2
3 мкм	2

Элюент	Рекомендуемая температура
ТГФ, Вода, Хлороформ, Толуол, ГФИП	30 – 40 °С
ДМФА, ДМСО, ДМАА, НМП	60 – 90 °С

Термостаты колонок из серии «Скороход» поддерживают температуры вплоть до 100 °С и позволяют проводить ГПХ полимеров любой химической природы, исключая полиолефины, для которых применяются специализированные высокотемпературные ГПХ-системы.

Стабильность поддержания температуры

Стабильность поддержания температуры колонок не менее важна, чем постоянство и точность скорости потока во избежание систематических ошибок при определении ММ. Флуктуации температуры приводят к изменению времени удерживания, и как следствие, неправильному определению ММ. При проведении анализа методом ГПХ важно быть уверенным, что температуры колонок при построении калибровочной зависимости и измерении реальных образцов идентичны. **Стабильность поддержания температуры термостатов колонок из серии «Скороход» составляет ±0.1 °С** и исключает сдвиги времен удерживания.

Стойкость материалов к агрессивным растворителям

Все материалы, используемые в конструкции Скорохода, **обладают инертностью даже к специфическим растворителям**, таким как ТГФ, хлороформ, толуол, ДМФА, ДМСО, ДМАА, ГФИП, применяемым в ГПХ органорастворимых полимеров, а также к растворителям обращенной и нормальной фазы.

Уплотнения плунжеров, роторы кранов высокого и низкого давления, колпачки обратных клапанов сделаны из стойких полимерных материалов (фторированных полимеров и полиариленов). **Камеры дегазации и вакуумный насос дегазатора являются собственной разработкой**, что уникально даже по меркам крупнейших западных производителей (Shimadzu, Agilent, Thermo, Waters). **Они не содержат в своем составе ПЭЭК**, как камеры Systec (США) или Flom (Япония) в стандартном исполнении, которыми комплектуются все другие ВЭЖХ-системы.

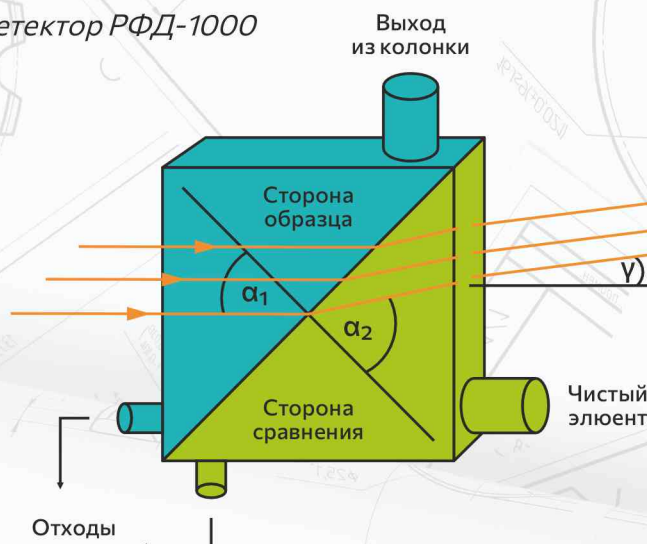
Полная локализация даже этих нишевых компонентов на семейном предприятии Sevko & Co, позволяет не только работать с любыми органическими растворителями, но и не зависеть от самых дорогих западных комплектующих в составе любой ВЭЖХ-системы (камер дегазации и вакуумного насоса), требующих периодической замены, при этом получить выигрыш в универсализации.



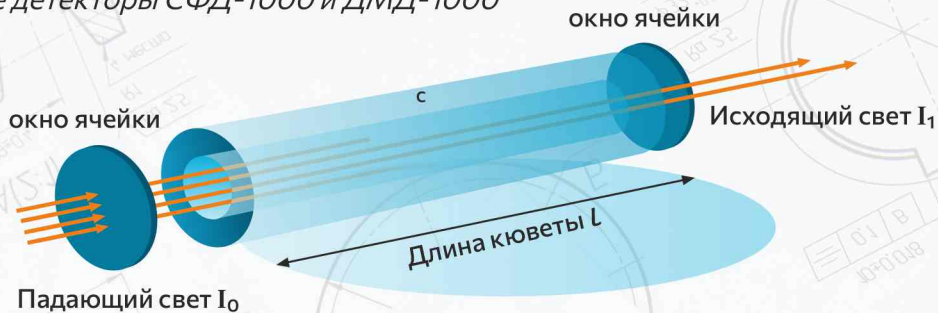
Детекторы для ГПХ полимеров

В серии ВЭЖХ «Скороход» предлагаются **концентрационные детекторы** для определения ММ полимеров из калибровочной зависимости относительно стандартных образцов с известной ММ. Эти детекторы позволяют определить количество полимера, элюируемого из колонки в каждый момент времени.

Рефрактометрический детектор РФД-1000



Фотометрические детекторы СФД-1000 и ДМД-1000



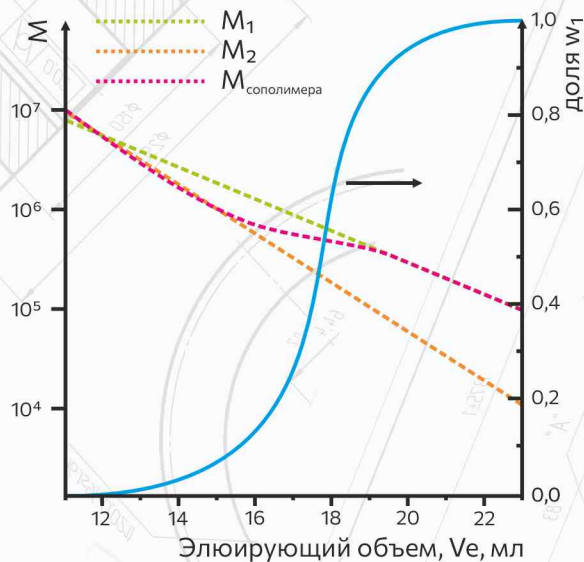
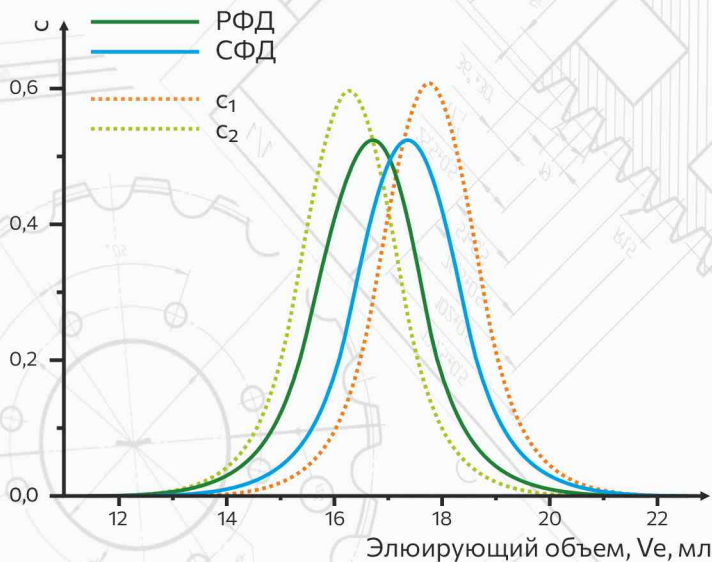
$$I = K_d \times \sum_i (K_{обр} \times C_{обр} \times M^x)$$

$x = 0;$

$K_{обр} = dn/dc$ (инкремент показателя преломления) для РФД;

$K_{обр} = \chi$ (коэффициент экстинкции) для СФД/ДМД;

Помимо классического универсального рефрактометрического детектора, в линейке предлагаются **структурно-селективные фотометрические детекторы**. Они могут выступать не только в качестве более чувствительных концентрационных при анализе полимеров, содержащих хромофорные группы, но и использоваться для определения молекулярно-массовых характеристик сополимеров и их композиционного состава в комбинации с РФД.








Количественный анализ блок-сополимера

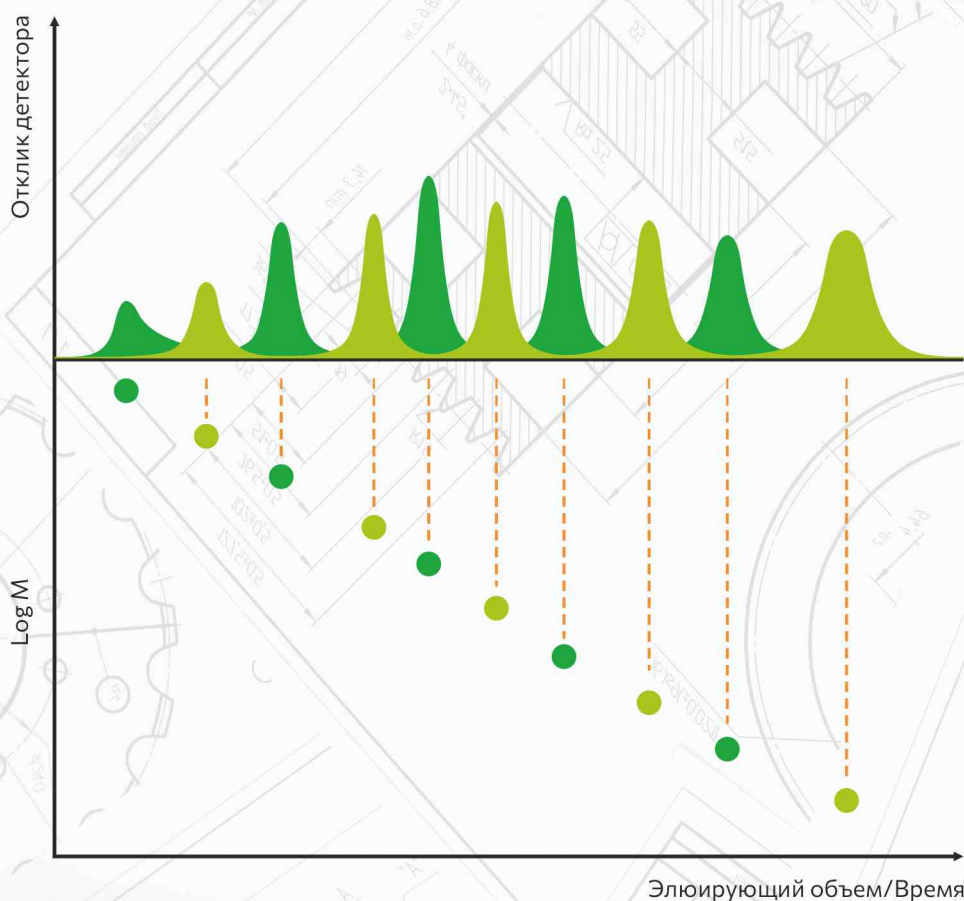
$$РФД = k_1^{рфд} \times c_1 + k_2^{рфд} \times c_2$$

$$СФД = k_1^{сфд} \times c_1 + k_2^{сфд} \times c_2$$

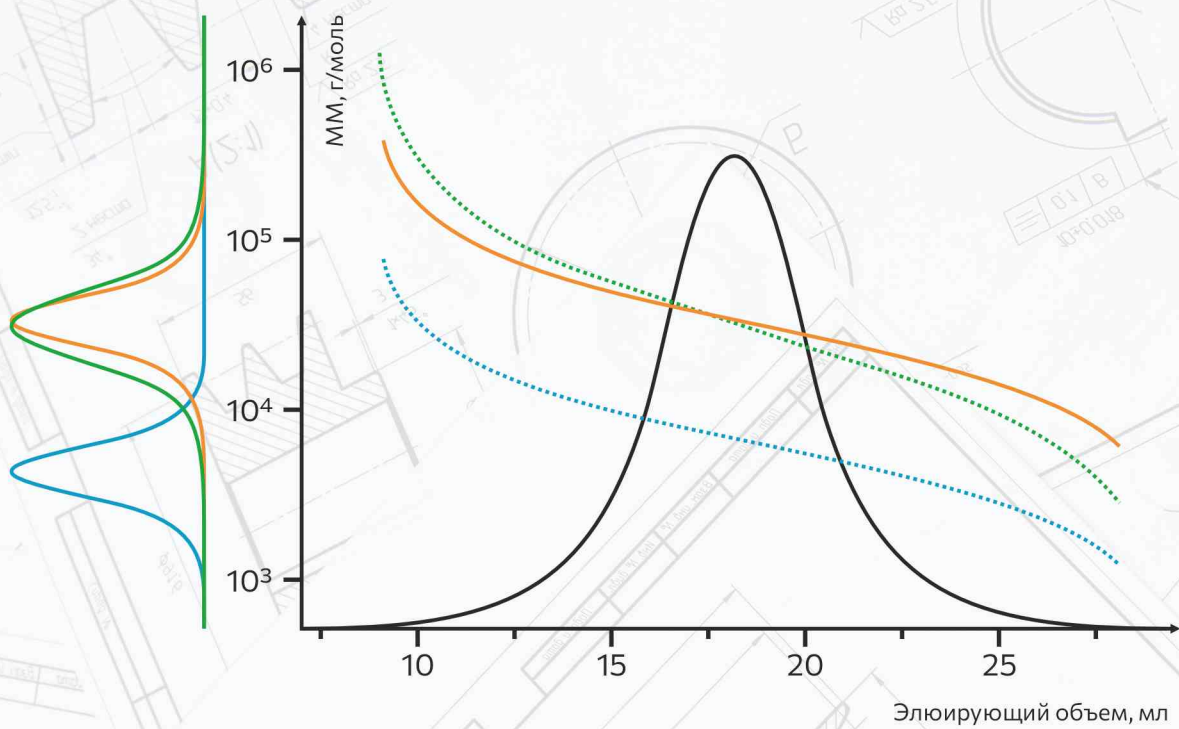
$$w_1 = \frac{c_1}{c_1 + c_2}$$

Программное обеспечение для ГПХ полимеров

-  Сбор и регистрация результатов эксклюзионной хроматографии;
-  выполнение градуировки хроматографической системы методами узких и широких фракций;
-  определение молекулярно-массового распределения (ММР) анализируемой пробы, средневзвешенного и среднечисленного и др. значений молекулярной массы (M_w , M_n , M_z , M_{z+1}) путем суммирования по всем интервалам, на которые разбивается анализируемая область хроматограммы;
-  определение средневзвешенного и среднечисленного значений молекулярной массы для наиболее легкой и наиболее тяжелой фракций исследуемого образца, которые выделяются пределами, задаваемыми пользователем;
-  таблица величин M_n и M_w по временным срезам с заданным интервалом времени.



Построение калибровки по образцам с узким ММР



*Построение калибровки по образцам с узким и широким ММР
(подбор коэффициентов k - ордината и α - угол наклона в уравнении МКХ)*

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Насосы серии НЖХ-1000

	Аналитический	Полупрепаративный	Препаративный
Тип	Последовательный плунжерный		Параллельный плунжерный
Элюирование	• Изократическое		
Исполнение	Нержавеющая сталь или инертное (ПЭЭК) для ГПХ биомолекул		
Максимальное рабочее давление	65 МПа или 35 МПа	30 МПа (при максимальной скорости потока)	
Диапазон скорости потока	0,001 – 10 мл/мин	0,001 – 40 мл/мин	0,001 – 150 мл/мин
Повторяемость скорости потока	0,06 % ОСКО		
Точность установки скорости потока	± 0,15 %		
Пульсации давления	≤ 1 %		
Точность формирования градиента	± 0,5 %		
Рабочий диапазон pH	1-14		
Автоматическая система промывки плунжерного пространства	Есть		
Опции			
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Установка клапана на 2 или 4 канала для создания градиента на стороне низкого давления или автоматического выбора растворителя ✓ Формирование градиента на стороне высокого давления при помощи 2-х насосов ✓ Взаимозаменяемые быстросменные головки в сборе для аналитических и полупрепаративных насосов: <ul style="list-style-type: none"> • микроголовка: 0,001 – 4 мл/мин • аналитическая головка: 0,001 – 10 мл/мин • полупрепаративная головка: 0,001 – 40 мл/мин 			

Вакуумные мембранные дегазаторы серии ДМВ-1000

Тип	Безгелиевый вакуумный
Количество каналов	от 1 до 8
Материал камер дегазации	Нержавеющая сталь
Материалы, контактирующие с подвижной фазой	Нержавеющая сталь, фторопласт-4МБ

Лотки для бутылей

Тип	Стандартный
Количество вмещаемых бутылей	6 x 1 л
Количество бутылей в комплекте	от 1 до 4 (1 л)
Количество крышек в комплекте	от 1 до 4, GL-45
Регулятор давления	Нет
Манометр	Нет
Преимущества	—

Термостаты колонок серии ТК-1000

	Интегрированный*модуль	Отдельный модуль
Тип	Твердотельный	Воздушно-циркуляционный
Диапазон поддерживаемых температур	(комн. – 10) – 100 °С	
Точность установки температуры	±0.5 °С	
Стабильность поддержания температуры	±0.1 °С	
Максимальная вместимость	4 колонки x 300 мм	6 колонок x 300 мм
Возможность установки переключающих кранов	Нет	Есть, до 2-х штук
Опции		
✓ Предварительный нагрев подвижной фазы до входа в колонку (англ. preheater)		

* Термостат встраивается в насос.

	АДХ-1000	АДХ-1000Т
Тип	Прямое дозирование пробы из иглы (англ. direct injection, split-loop, flow-through-needle, needle-in-loop)	
Исполнение	Нержавеющая сталь или инертное (ПЭЭК)	
Максимальное рабочее давление	65 МПа или 35 МПа	
Диапазон дозирования	0,1 – 100 мкл	
Шаг дозирования	0,01 мкл	
Вместимость	153 виалы x 2 мл или 3 x 96-луночных планшета	
Термостатирование образцов	Нет	5 – 60 °С
Перекрестное загрязнение	<0,0015 %	
Время одного цикла инъекции (с промывкой иглы до и после), V = 10 мкл	50 с	
Время одного цикла инъекции (без промывки), V = 10 мкл	30 с	
Рабочий диапазон рН	1-14	
Функция автоматической пробоподготовки	Разбавление, добавление дериватизирующего агента, внутреннего стандарта, совместная инъекция	
Функция перекрывающихся инъекций	Есть	
Промывка дозирующей линии (игла + петля)	<ul style="list-style-type: none"> • Непрерывная промывка подвижной фазой внутри • Промывка снаружи промывочной жидкостью • Программирование промывки 	
Опции		
✓ Увеличение объема вводимой пробы до 5 000 мкл		
✓ Кастомизированные держатели с автоматическим распознаванием для любых типов сосудов		
✓ Автоматический выбор промывочной жидкости из 3-х		
✓ Установка дополнительного инъекционного крана высокого давления для создания двухканальных схем (одновременное или последовательное дозирование)		

Детекторы серии 1000

	СФД-1000	ДМД-1000
Диапазон длин волн	190 – 800 нм	
Длины волн	Переключаемые, 2 длины волн из диапазона	Сканирование спектра
Источники излучения	D2 и W лампы	
Термостатирование оптической схемы и измерительной ячейки	Есть	
Ширина щели	8 нм	Переменная
Встроенная ячейка	10 мм, 12 мкл	
Материал ячейки	Нержавеющая сталь или ПЭЭК	
Частота опроса сигнала	100 Гц	
Точность установки длины волны	± 1 нм	
Линейность	до 2,5 е.о.п.	до 2,0 е.о.п.
Шум	≤ 2,0 × 10 ⁻⁵ е.о.п.	≤ 2,5 × 10 ⁻⁵ е.о.п.
Дрейф	≤ 3,0 × 10 ⁻⁴ е.о.п./ч	≤ 3,0 × 10 ⁻⁴ е.о.п./ч
Опции		
✓ Установка микроячеек с длиной оптического пути ≤ 10 мм		

	РФД-1000
Диапазон показателя преломления	1,00 – 1,75 ед. рефр.
Два независимых контура контроля температуры оптического блока с измерительной ячейкой	Есть
Встроенная ячейка	8 мкл
Максимальное рабочее давление для ячейки	8 МПа
Частота опроса сигнала	100 Гц
Время стабилизации базовой линии	≤ 30 мин
Автоматическое обнуление показаний детектора	Есть
Автоматическая настройка оптического баланса	
Автоматическая промывка ячейки	
Опции	
✓ Установка крана для рецикла и экономии растворителя	

* По запросу доступен детектор испарительного светорассеяния (ELSD). Подробную информацию уточняйте у вашего менеджера.

 **Автоматические коллекторы фракций для любых типов приемных сосудов, переключающие краны, краны для сбора фракций, ползаавтоматический ручной инжектор**

