

Архангельск (8182)63-90-72  
Астана (7172)727-132  
Астрахань (8512)99-46-04  
Барнаул (3852)73-04-60  
Белгород (4722)40-23-64  
Брянск (4832)59-03-52  
Владивосток (423)249-28-31  
Волгоград (844)278-03-48  
Вологда (8172)26-41-59  
Воронеж (473)204-51-73  
Екатеринбург (343)384-55-89  
Иваново (4932)77-34-06

Ижевск (3412)26-03-58  
Иркутск (395)279-98-46  
Казань (843)206-01-48  
Калининград (4012)72-03-81  
Калуга (4842)92-23-67  
Кемерово (3842)65-04-62  
Киров (8332)68-02-04  
Краснодар (861)203-40-90  
Красноярск (391)204-63-61  
Курск (4712)77-13-04  
Липецк (4742)52-20-81  
Киргизия (996)312-96-26-47

Магнитогорск (3519)55-03-13  
Москва (495)268-04-70  
Мурманск (8152)59-64-93  
Набережные Челны (8552)20-53-41  
Нижний Новгород (831)429-08-12  
Новокузнецк (3843)20-46-81  
Новосибирск (383)227-86-73  
Омск (3812)21-46-40  
Орел (4862)44-53-42  
Оренбург (3532)37-68-04  
Пенза (8412)22-31-16  
Казахстан (772)734-952-31

Пермь (342)205-81-47  
Ростов-на-Дону (863)308-18-15  
Рязань (4912)46-61-64  
Самара (846)206-03-16  
Санкт-Петербург (812)309-46-40  
Саратов (845)249-38-78  
Севастополь (8692)22-31-93  
Симферополь (3652)67-13-56  
Смоленск (4812)29-41-54  
Сочи (862)225-72-31  
Ставрополь (8652)20-65-13  
Таджикистан (992)427-82-92-69

Сургут (3462)77-98-35  
Тверь (4822)63-31-35  
Томск (3822)98-41-53  
Тула (4872)74-02-29  
Тюмень (3452)66-21-18  
Ульяновск (8422)24-23-59  
Уфа (347)229-48-12  
Хабаровск (4212)92-98-04  
Челябинск (351)202-03-61  
Череповец (8202)49-02-64  
Ярославль (4852)69-52-93

<https://tsi.nt-rt.ru> || [tfs@nt-rt.ru](mailto:tfs@nt-rt.ru)

## Спектрометр наночастиц от 1 нм модели 3938E57 / 3938EL57



Спектрометры серии SMPS производства TSI широко используются в качестве эталона для определения распределения по размерам частиц аэрозоля диаметром менее 1 мкм. С применением дополнительно расширителя «нано» модели 3757 и анализатора дифференциальной подвижности модели 3086 (1 nm-DMA) нижний предел измерений для спектрометра SMPS удалось снизить с 2,5 до 1 нм.

### Особенности

Следующие особенности имеются для спектрометра SMPS, состоящего из электростатического классификатора 3082, 1 нм DMA модели 3086, расширителя 3757 и конденсационного счетчика 3772:

- распределение частиц по размеру с высоким разрешением;
- 64 канала на декаду;
- >109 каналов между 1 и 50 нм;
- дизайн компонентов с максимальной гибкостью;
- широкий диапазон размеров от 1 нм до 50 нм;
- возможность измерять более 3 декад по размеру от 1 нм до 1 мкм с использованием дополнительно анализатора 3081A Long DMA (модель 3938EL77);
- оптимизация системной интеграции и минимальные диффузионные потери;
- унифицированная система управления с помощью программного обеспечения Aerosol Instrument Manager (AIM);
- дискретное измерение частиц: хорошо работает для многомодальных проб.

### Область применения

- изучение материалов;
- исследование атмосферы и климата;
- фундаментальные исследования аэрозолей;
- изучение зарождения ядер и роста частиц;
- исследование процессов горения и выбросов двигателей;
- тестирование фильтров и воздухоочистителей;
- изучение влияния частиц на здоровье человека;

### Расширитель модели 3757

Расширитель модели 3757 позволяет исследователям измерять счетную концентрацию и размер (если интегрирован в спектрометр SMPS) частиц аэрозолей от 1 нм с высоким разрешением и скоростью. Он идеален для различных применений и дает исследователям возможность изучать переход между газом и частицами, контролировать синтез наночастиц, формирование и рост частиц, кинетику реакций и многое другое. Модель 3757 совместно с анализатором дифференциальной подвижности модели 3086 оптимизированы под минимальные диффузионные потери, могут быть интегрированы в спектрометр SMPS с возможностью измерения размера частиц от 1 до 50 нм, а при использовании дополнительно анализатора дифференциальной подвижности 3081A – от 1 нм до 1 мкм.

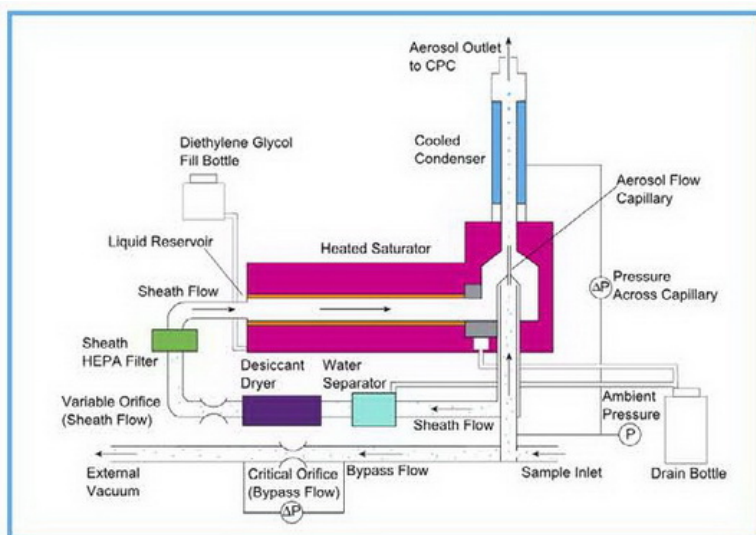


## Особенности и преимущества

- чувствительность до 1 нм;
- рабочая жидкость – диэтиленгликоль (DEG);
- оптимизирован для использования с существующими спектрометрами SMPS фирмы TSI;
- высокий расход пробы на входе для минимизации диффузионных потерь;
- 300,000 частиц/см<sup>3</sup> с коррекцией совпадений (при использовании с конденсационным счетчиком модели 3772).

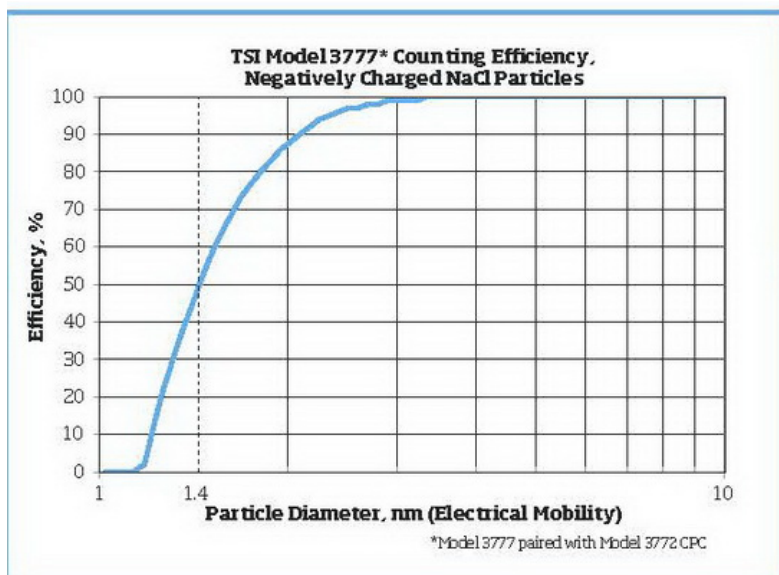
## Принцип работы

Физические свойства рабочей жидкости в обычных конденсационных счетчиках (спирт или вода) ограничивают нижний предел детектирования ( $D_{50}$ ) до 2,5 нм. При использовании диэтиленгликоля (DEG) в качестве рабочей жидкости в расширителе модели 3757 инициируется процесс конденсации на частицах размером от 1 нм (геометрический диаметр 1.1 нм, диаметр электрической подвижности – 1.4 нм). В расширителе 3757 проба аэрозоля постоянно прокачивается через нагретый сатуратор, в котором DEG испаряется и диффундирует в поток пробы. Аэрозоль и пар DEG проходят через охлажденный конденсор, где пар перенасыщается, что приводит к конденсации на частицах в потоке пробы. Так как DEG конденсируется на частицах, они начинают расти в размерах. Расширитель спроектирован таким образом, чтобы предотвратить гомогенный процесс образования ядер конденсации рабочей жидкости, поддерживая уровень ложного счета ниже 0,01 частиц/см<sup>3</sup> при 12-часовом усреднении.



Использование DEG в качестве рабочей жидкости позволяет инициировать рост частиц с исходным размером до 1 нм, но при этом ограничивается также максимальный размер, до которого эти частицы могут вырасти. При прохождении через расширитель частицы вырастают до такого размера, который все еще не может быть продетектирован оптическим методом, но при этом этот размер достаточен для регистрации частиц обычными конденсационными счетчиками. Частицы, увеличенные за счет DEG, выводятся из расширителя в конденсационный счетчик 3772 на базе бутанола, в котором реализуется еще одна стадия насыщения и конденсации для дальнейшего роста частиц до размера, достаточного для детектирования оптикой и подсчета с помощью оптической системы на базе лазера.

Счетная эффективность модели 3757, отрицательно заряженные частицы NaCl



Диаметр частиц, нм (электрическая подвижность) для модели 3757 в паре с CPC 3772

Расширитель оптимизирован для работы в паре с конденсационным счетчиком 3772 для создания системы CPC 1 нм.

## Технические характеристики

<b>Диапазон размеров частиц</b>	
Нижний предел детектирования частиц (D50):	1.4 нм (диаметр электрической подвижности, 1,1 нм геометрический диаметр), проверено на частицах NaCl
<b>Поток</b>	
Расход аэрозоля	2.5 л/мин расход аэрозоля на выходе 1.0 л/мин
Расход для транспортировки	1.5 л/мин
Источник	Внешний вакуум
Управление потоком	Контроль объемного расхода через внутренние критические отверстия в транспортном потоке. Расход аэрозоля контролируется счетчиком 3772
Среда аэрозоля	Рекомендуется для использования в воздухе; безопасен для использования в инертных газах, таких, как азот, аргон, гелий (рабочая спецификация предоставлена для воздуха).
<b>Жидкость для конденсации</b>	
Рабочая жидкость	Диэтиленгликоль (DEG, ≥99%)
Система наполнения	Электронный сенсор уровня инициирует автоматическое наполнение по мере необходимости, требуется подключение к емкости наполнения
Удаление воды	Воздух обдува осушается с использованием сепаратора воды и сухого перезаполняемого осушителя
<b>Коммуникации</b>	
Протокол	Набор команд на базе параметров ASCII
Интерфейсы	RS-232 9-пин, разъем D-sub
<b>Физические параметры</b>	
Передняя панель	LCD TFT QVGA (320×240 пикселей) 5.7-дюймов – цветной дисплей, вход пробы, кнопка управления с вращением и выбором
Задняя панель	Разъем питания, 9-pin D-sub последовательный порт, вентилятор, разъем DEG, разъем слива, порт насоса и сброса, заполняемая бутылка с хомутом, разъемы подключения сухого осушителя и хомут.
Боковая панель	окно для контроля уровня DEG
Габариты (в х ш х д)	30 × 28,2 × 32,5 см, не включая поддон и бутылку для заполнения
Масса	9.1 кг

Конденсационный счетчик 3772 в комплекте с расширителем 3757.

## Технические характеристики

<b>Диапазон размеров частиц</b>	Нижний предел детектирования частиц (D50): 1.4 нм (диаметр электрической подвижности, 1,1 нм геометрический диаметр), проверено на частицах NaCl
<b>Диапазон концентрации частиц</b>	0 - $3 \times 10^5$ частиц/см <sup>3</sup> , подсчет отдельных частиц с непрерывной коррекцией совпадений
<b>Погрешность измерения концентрации частиц</b>	$\pm 10\%$ для $< 1.65 \times 10^5$ частиц/см <sup>3</sup> $\pm 15\%$ для $3 \times 10^5$ частиц/см <sup>3</sup>
<b>Время отклика</b>	<4сек для скачкообразного изменения концентрации на 95 %.
<b>Фоновый счет</b>	<0.01 частиц/см <sup>3</sup> при усреднении 12 часов

## Анализатор дифференциальной подвижности 1 нм DMA модели 3086.



Разработан для использования с электростатическим классификатором модели 3082. Особенности являются оптимизированный канал аэрозоля для уменьшения диффузионных потерь и улучшенное разрешение по размеру частиц в диапазоне от 1 до 50 нм.

## Технические характеристики.

<b>Диапазон размеров частиц</b>	1 – 50 нм
<b>Разрешение</b>	R=4.7 при 1.47 нм
<b>Диапазон расхода (потоки обеспечиваются классификатором 3082 и/или внешним источником)</b>	
Расход аэрозоля	0.1 - 2.5 л/мин
Расход обдува	2 - 25 л/мин
Расход байпасного потока	0 - 12 л/мин

Спектрометр SMPS модели 3938E поставляется с одним анализатором DMA модели 3086 (система в целом имеет наименование SMPS модели 3938E77) или с двумя анализаторами DMA моделей 3086 и 3081А (система в целом имеет наименование SMPS модели 3938EL77). В комплект поставки должен быть включен нейтрализатор модели 3088, а также источник воздуха модели 3032-EU.

Архангельск (8182)63-90-72  
Астана (7172)727-132  
Астрахань (8512)99-46-04  
Барнаул (3852)73-04-60  
Белгород (4722)40-23-64  
Брянск (4832)59-03-52  
Владивосток (423)249-28-31  
Волгоград (844)278-03-48  
Вологда (8172)26-41-59  
Воронеж (473)204-51-73  
Екатеринбург (343)384-55-89  
Иваново (4932)77-34-06

Ижевск (3412)26-03-58  
Иркутск (395)279-98-46  
Казань (843)206-01-48  
Калининград (4012)72-03-81  
Калуга (4842)92-23-67  
Кемерово (3842)65-04-62  
Киров (8332)68-02-04  
Краснодар (861)203-40-90  
Красноярск (391)204-63-61  
Курск (4712)77-13-04  
Липецк (4742)52-20-81  
Киргизия (996)312-96-26-47

Магнитогорск (3519)55-03-13  
Москва (495)268-04-70  
Мурманск (8152)59-64-93  
Набережные Челны (8552)20-53-41  
Нижний Новгород (831)429-08-12  
Новокузнецк (3843)20-46-81  
Новосибирск (383)227-86-73  
Омск (3812)21-46-40  
Орел (4862)44-53-42  
Оренбург (3532)37-68-04  
Пенза (8412)22-31-16  
Казахстан (772)734-952-31

Пермь (342)205-81-47  
Ростов-на-Дону (863)308-18-15  
Рязань (4912)46-61-64  
Самара (846)206-03-16  
Санкт-Петербург (812)309-46-40  
Саратов (845)249-38-78  
Севастополь (8692)22-31-93  
Симферополь (3652)67-13-56  
Смоленск (4812)29-41-54  
Сочи (862)225-72-31  
Ставрополь (8652)20-65-13  
Таджикистан (992)427-82-92-69

Сургут (3462)77-98-35  
Тверь (4822)63-31-35  
Томск (3822)98-41-53  
Тула (4872)74-02-29  
Тюмень (3452)66-21-18  
Ульяновск (8422)24-23-59  
Уфа (347)229-48-12  
Хабаровск (4212)92-98-04  
Челябинск (351)202-03-61  
Череповец (8202)49-02-64  
Ярославль (4852)69-52-93