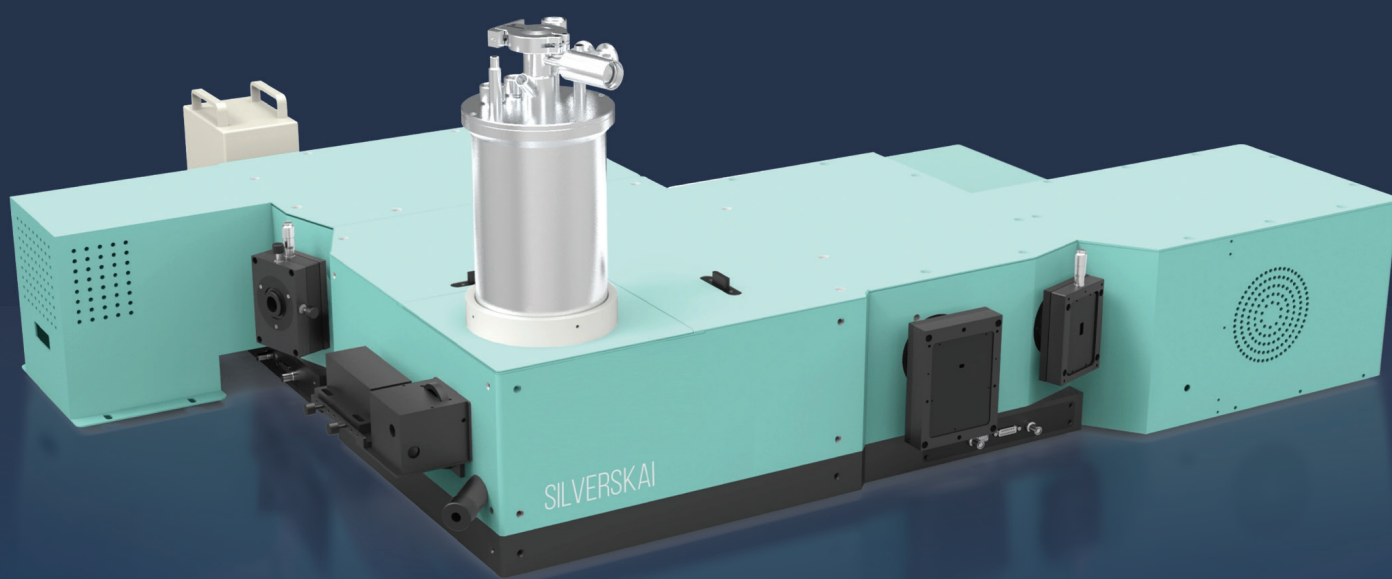


SilverskAI

Модульный флуоресцентный
спектрометр



Времяразрешенная флуоресцентная спектроскопия

Флуоресцентная спектроскопия — один из базовых аналитических методов, включающих огромное количество техник от съемки спектров эмиссии до измерения абсолютных квантовых выходов и времяразрешенной анизотропии. Метод флуоресцентной спектроскопии широко применяется в материаловедении при изучении фотофизических свойств новых веществ и материалов, контроля качества полупроводниковых пластин. Он также востребован в биохимии и биофизике. В частности, метод используется для изучения структуры, стабильности и взаимодействий биологических объектов. В этих исследованиях могут быть задействованы разные типы флуорофоров – элементы внутренней структуры аминокислот и белков, флуоресцентные метки, которые специфически связываются с исследуемыми объектами, FRET-пары и

другие объекты. Метод является очень чувствительным, при этом он неразрушающий и позволяет исследовать биологические объекты в естественных условиях.

Флуоресцентная спектроскопия с временным разрешением существенно расширяет возможности исследователя. Метод коррелированного по времени счета единичных фотонов (TCSPC) позволяет регистрировать единичные фотоны с учетом времени, прошедшего от момента возбуждения до эмиссии. Это открывает возможности для исследования явлений, происходящих во временном интервале от пикосекунд до миллисекунд. Типичными примерами являются измерения времени жизни флуоресценции и фосфоресценции, а также анизотропии с временным разрешением.

Основные приложения

- **Химия новых материалов**
Изучение фотофизических свойств новых соединений и материалов
- **Биохимия**
Изучение изменения структуры белков и белковых комплексов
- **Фотобиология**
Детекция синглетного кислорода для фотодинамической терапии
- **Биофизика**
Изучение жесткости мембраны или взаимодействий фермент/субстрат
- **Геммологическая экспертиза**
Экспертиза и оценка драгоценных камней и ювелирных изделий
- **Аналитическая химия**
Определение или разделение веществ по времени жизни флуоресценции, наблюдение за изменениями в ближайшем окружении атомов и молекул
- **Промышленный контроль качества**
Проверка качества полупроводниковых пластин и фотоэлементов

SilverskAI

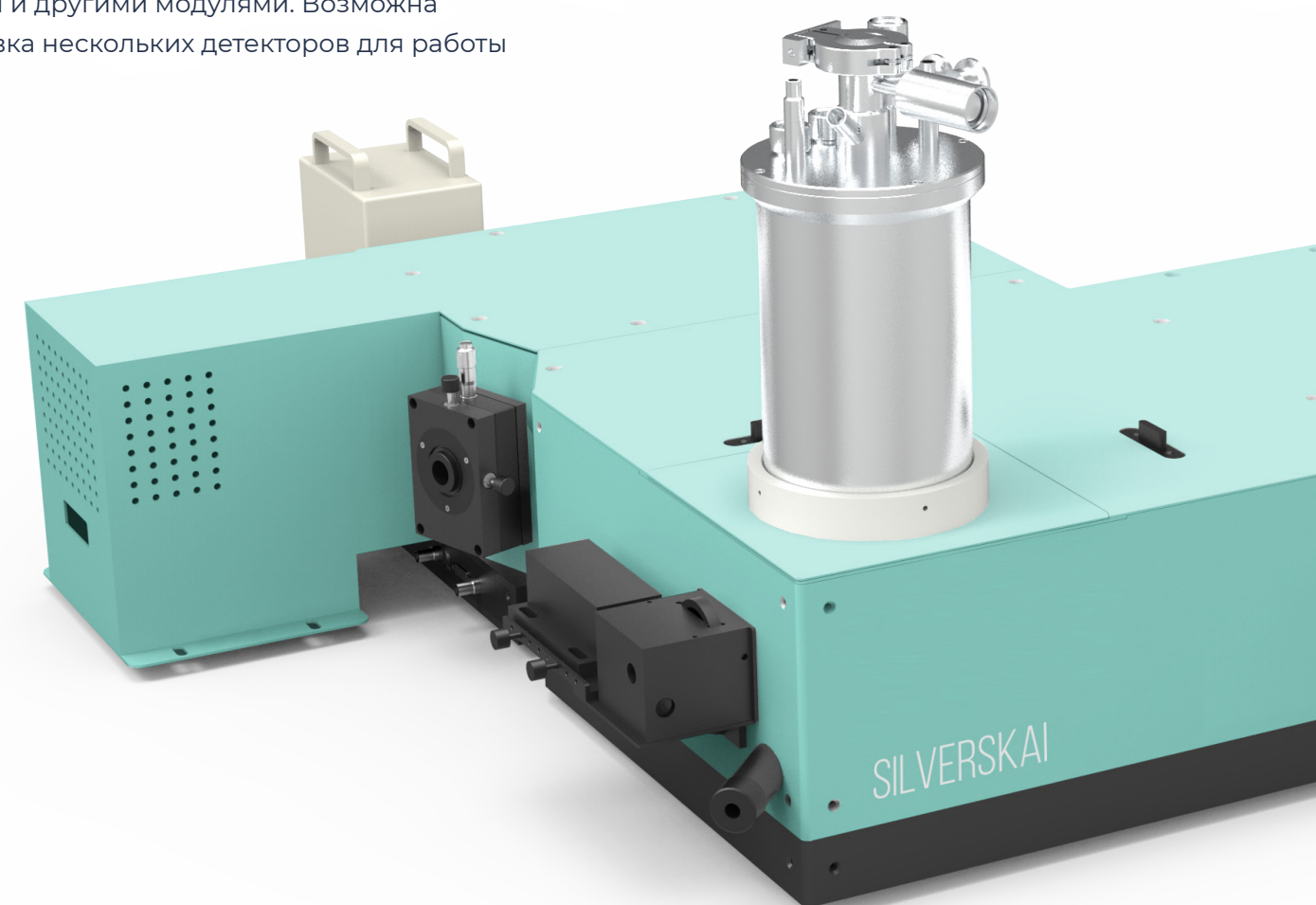
МОДУЛЬНЫЙ ФЛУОРЕСЦЕНТНЫЙ СПЕКТРОМЕТР

SilverskAI — модульная платформа для измерения фотофизических характеристик. Прибор позволяет снимать стационарные спектры в широком диапазоне длин волн и температур, времена жизни флуоресценции и фосфоресценции, измерять абсолютный квантовый выход жидких и твердых образцов.

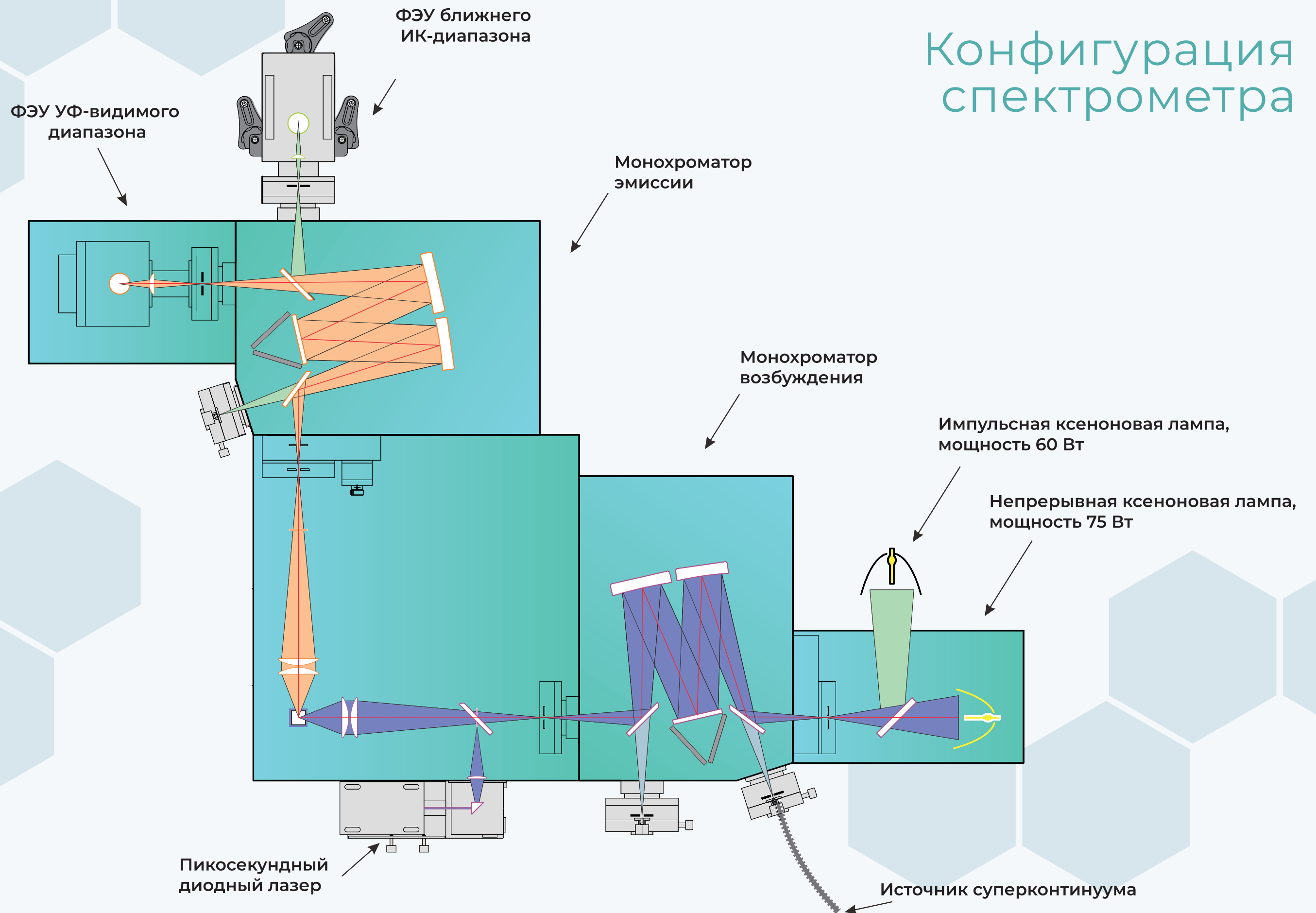
Система отличается высокой чувствительностью с эффективным подавлением рассеянного света, что очень важно для изучения объектов с низким квантовым выходом. Отношение сигнал/шум (SNR) для рамановского пика воды достигает 10 000:1. Возможна конфигурация с двойными монохроматорами. Прибор может быть оснащен азотным или гелиевым криостатом, различными держателями для работы с жидкостями, порошками и твердыми образцами, интегрирующей сферой и другими модулями. Возможна установка нескольких детекторов для работы

в инфракрасном диапазоне вплоть до 5500 нм, а также интеграция спектрометра с микроскопом.

При измерениях времен жизни прибор может работать как в режиме микроканального масштабирования (MCS) для измерения длинных времен жизни, таких как фосфоресценция комплексов редкоземельных элементов, так и в режиме коррелированного по времени счета единичных фотонов (TCSPC) для измерения коротких времен жизни, характерных для большинства органических красителей и квантовых точек. Доступен широкий спектр наносекундных и пикосекундных лазеров и светодиодов. Программное обеспечение позволяет производить реконволюцию аппаратной функции (IRF) для достижения лучших результатов.



Конфигурация спектрометра



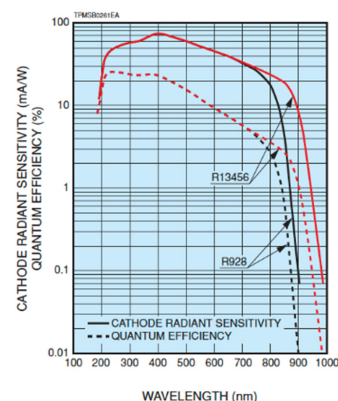
Компоненты SilverskAI

Детекторы

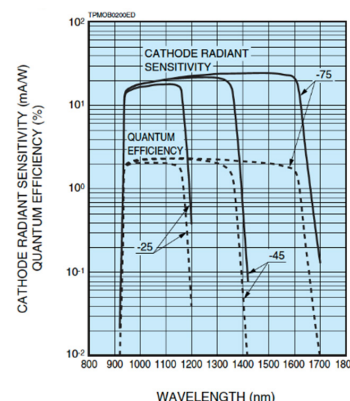
В спектрометре предусмотрено 2 выходных порта, что позволяет установить второй детектор для работы в ИК-диапазоне. По умолчанию прибор комплектуется детектором единичных фотонов на базе **ФЭУ Hamamatsu R928** — одного из самых популярных ФЭУ для флуоресцентного спектрометра с диапазоном 200–870 нм.

Доступные альтернативы и дополнительные детекторы:

- **ФЭУ Hamamatsu R13456** — хорошая альтернатива для работы в БИК-диапазоне; диапазон расширен примерно на 100 нм в красную область.
- **Диоды InGaAs** или **InSb** — бюджетное решение для работы в ИК-диапазоне (вплоть до 5 мкм), но при этом невысокая чувствительность. Соотношение сигнал/шум можно повысить с помощью интегрированного оптического чоппера и локирующего усилителя. Решение без временного разрешения.
- **Hamamatsu H10330C** — практически безальтернативное решение для съемки времен жизни флуоресценции вплоть до 1700 нм.
- Детекторы **Becker & Hickl** — ФЭУ и гибридные детекторы с наилучшим временным разрешением.



Спектральные характеристики детекторов **Hamamatsu R928** и **Hamamatsu R13456**



Спектральные характеристики детекторов **Hamamatsu H10330C-25 /-45 /-75**

Электроника для счета фотонов

Прибор доступен в двух версиях — с временным разрешением и без. Для работы с временным разрешением используется устройство счета фотонов **DCS900PC**. Оно позволяет измерять времена жизни флуоресценции в режиме TCSPC и фосфоресценции в режиме MCS. Переключение между режимами происходит автоматически при понижении частоты повторения источника ниже 100 кГц.

Монохроматоры

Прибор комплектуется двумя монохроматорами с фокусным расстоянием 320 мм и минимальным шагом сканирования 0,005 нм, что обеспечивает отличное спектральное разрешение до 0,08 нм. Возможна также установка двойных монохроматоров. В плече возбуждения установлены две решетки на 1200 и 600 линий/мм, в плече эмиссии три – 1200, 600 и 300 линий/мм. То есть система по умолчанию оптимизирована под работу в широком диапазоне длин волн от 200 до как минимум 2 мкм.

Импульсные лазеры

Для измерения времен жизни флуоресценции прибор можно укомплектовать импульсными лазерами:

- **Суперконтинуумный лазер Actinic** — универсальный источник со спектром от 340 до 2400 нм, закрывает 99% задач.
- **Пикосекундные диодные лазеры CNI laser** — решение с фиксированной длиной волны и широким диапазоном частот повторения до 80 МГц.
- **Волоконные лазеры** — наилучший выбор для длин волн возбуждения ниже 375 нм (предел для диодного лазера), вплоть до 266 нм.



Суперконтинуумный лазер **Actinic**



Диодный пикосекундный лазер **CNI laser**

Лампы

- **Импульсная ксеноновая лампа** — для измерения времен жизни фосфоресценции. Частота повторения 60 Гц
- **Непрерывная ксеноновая лампа** (входит в базовую комплектацию) — основной источник для измерения спектров в постоянном режиме.

Держатели образца

Прибор в базе идет с держателем для кювет, порошков и пленок. Возможна установка термостатируемого держателя для кювет с элементом Пельтье и водным рециркулятором, а также держателя с магнитной мешалкой.



Поворотный столик на 360° с держателем для твердых образцов



Держатель для кювет с термостатированием

Интегрирующая сфера

Интегрирующая сфера необходима для измерения абсолютного квантового выхода. В комплекте со сферой идут держатели для порошков и кювет. В ПО предусмотрен отдельный режим для измерения квантового выхода с учетом прямого и непрямого возбуждения образца.



Интегрирующая сфера

Микроскоп

SilverskAi можно интегрировать с прямым или инвертированным микроскопом для проведения локальных измерений и FLIM (fluorescence lifetime imaging). Такое решение позволяет использовать систему возбуждения спектрометра для заводки в микроскоп через оптоволокно, а также систему детекции для сбора данных FLIM. Дополнительное ПО для съемки и обработки данных позволяет эффективно интерпретировать полученную информацию.

Криостаты

Криостат позволяет производить измерения:

- при температуре жидкого гелия (4 K)
- при температуре жидкого азота (77 K)
- с плавным изменением температуры в процессе эксперимента — вплоть до 500 K

Система SilverskAi может быть укомплектована криостатами российского производителя, резидента Сколково, ООО «Криогенные приборы», как заливными, так и замкнутого цикла. Возможна установка нескольких датчиков разных производителей, контроллеров и материалов окон для работы в УФ, видимом и ИК-диапазонах.



Заливной азотный криостат LN-121-SPECTR



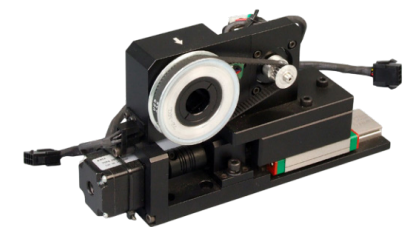
Заливной гелиевый криостат CFPR-111

Поляризаторы

Поляризаторы в плече возбуждения и эмиссии необходимы для:

- измерения флуоресцентной анизотропии
- измерений времен жизни (особенно твердых образцов) при «магическом угле» поляризации 54,7° — это позволяет исключить эффект вращательной диффузии молекул и анизотропии флуоресценции.

На наш прибор можно установить два автоматизированных поляризатора (в плече эмиссии и в плече возбуждения) на базе призмы Глана-Томпсона.



Автоматизированный поляризатор на базе призмы Глана-Томпсона

Программное обеспечение

Для каждого типа измерений в ПО предусмотрен свой протокол:

1. Режим детекции в реальном времени

2. Спектры возбуждения

3. Спектры эмиссии

4. Time resolved emission spectra

5. Синхронное сканирование
6. 3D синхронное сканирование

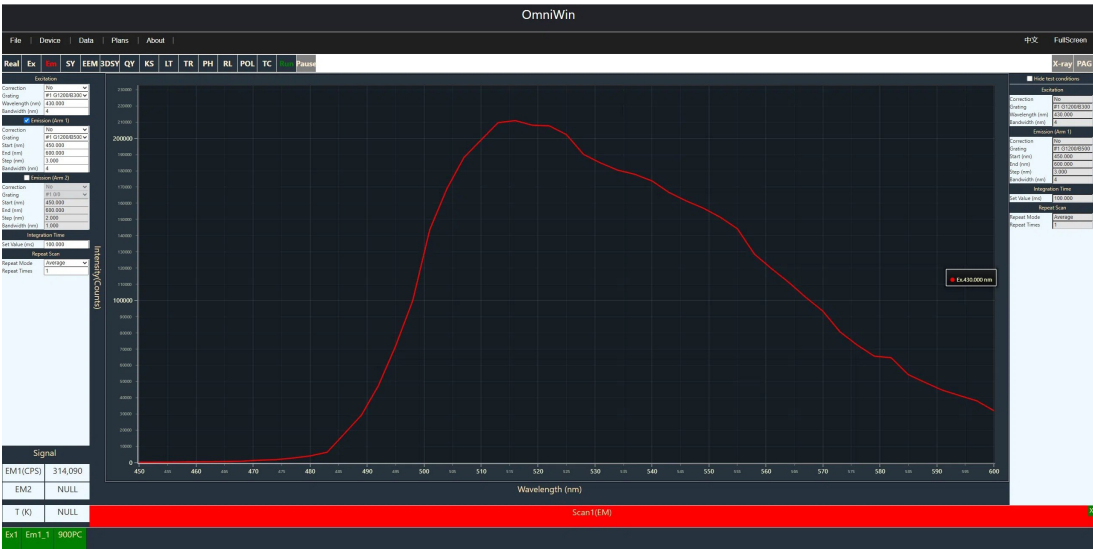
7. Динамическое измерение интенсивности

8. Измерение времени жизни

9. Измерение абсолютного квантового выхода.

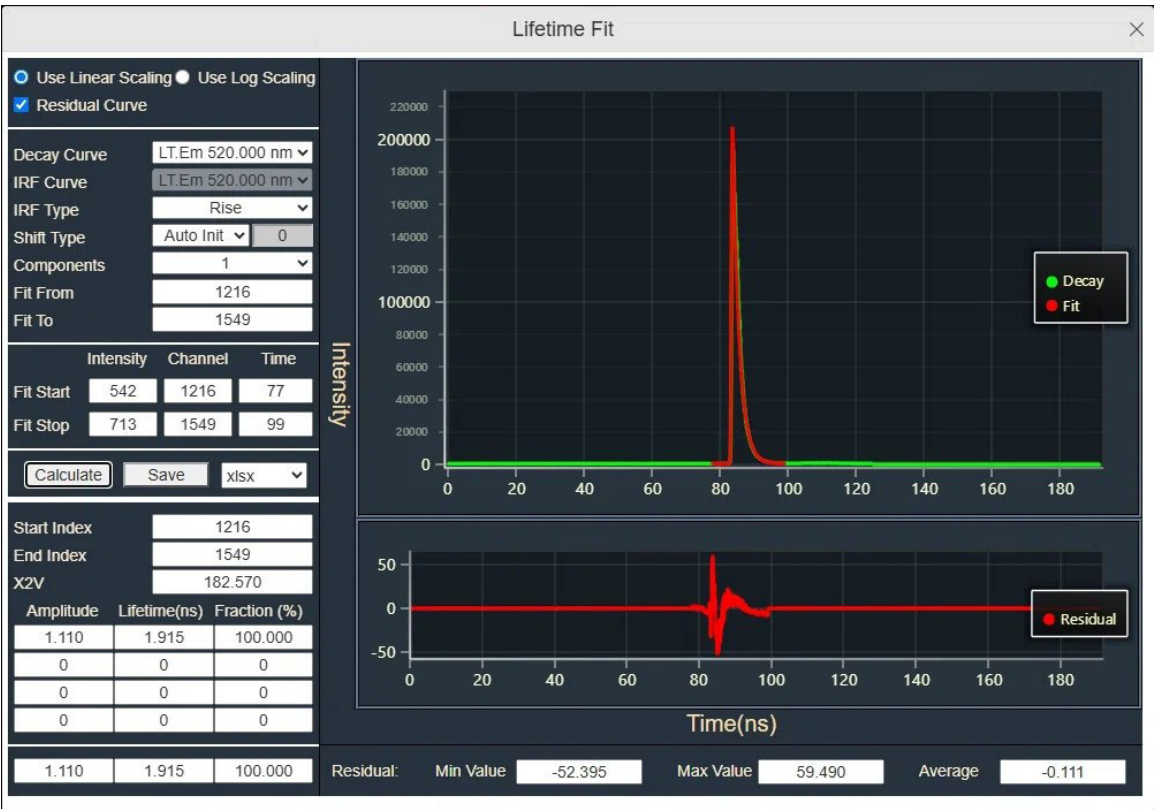
Режим реального времени

- Отображается счет фотонов на ФЭУ.
- Управление предустановленными отсекающими фильтрами в плече эмиссии.
- Все монохроматоры моторизованы, каждый имеет по два входа и выхода (управляются через ПО).
- При смене решеток или детекторов файлы коррекции меняются автоматически — это обеспечивает точное отображение пиков и их относительных интенсивностей.



Режим измерения времени жизни

- Доступно несколько параметров фиттинга (до 4 экспонент).
- Реконволюция аппаратной функции (IRF) — суммарной временной неопределенности всех компонентов прибора (лазера, детектора, электроники). IRF можно измерить и «вычистить» из реального сигнала.
- Реконволюция IRF улучшает временное разрешение системы в 5 раз (до 10 раз для моноэкспоненты).
- Через ПО также можно управлять частотой повторения лазеров и параметрами синхронизации (амплитуда и задержка синхроимпульса).



Режим измерения квантового выхода

- ПО подсказывает оператору, на каком этапе переключать положение зеркала на сфере (прямое и не прямое возбуждение) и когда менять образец.
- Расчет итогового значения производится автоматически.

Основные характеристики



ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ПРИБОРА

Спектральный диапазон	200–870 нм
Спектральное разрешение	0,08 нм на длине волны 435,84 нм
Соотношение сигнал / шум по рамановскому пику воды	> 10 500 : 1
Диапазон времен жизни	500 пс – 10 с



ИСТОЧНИКИ ВОЗБУЖДЕНИЯ

Непрерывная ксеноновая лампа	75 Вт, 200–1800 нм
Импульсная ксеноновая лампа	60 Вт
Импульсные и непрерывные лазеры	от 266 нм, ширина импульса от 100 пс, мощность до 100 мВт
Рентгеновская трубка	



МОНОХРОМАТОРЫ

Оптическая схема Черни-Тернера	
Фокусное расстояние	320 мм
Воспроизводимость	+/- 0,1 нм
Диффракционная решетка на возбуждение	1200 линий/мм, угол блеска 300 нм, 600 линий/мм, угол блеска 500 нм
Диффракционная решетка на эмиссию	1200 линий/мм, угол блеска 500 нм, 600 линий/мм, угол блеска 750 нм, 300 линий/мм, угол блеска 1250 нм



ДЕТЕКТОРЫ

Стандартный ФЭУ	185–900 нм
Опциональные ФЭУ	185–980 нм, 185–1010 нм, 960–1700 нм, 300–1700 нм
Опциональные твердотельные	800–1700 нм, 800–2600 нм, 1000–5500 нм



ДЕРЖАТЕЛИ

Стандартные	жидкости, порошки, тонкие пленки
Опциональные	вращающийся, термостатируемый, держатель с элементом Пельтье
Криостат	азотный, гелиевый
Интегрирующая сфера	



СИСТЕМА СЧЕТА ФОТОНОВ

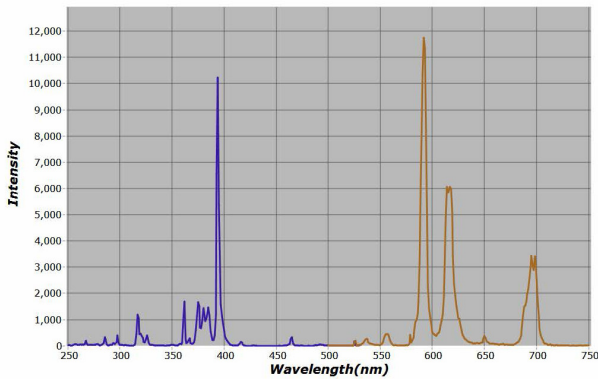
Скорость счета	100 Mcps
Разрешение	16 / 32 / 64 / 128 / 256 / 512 / 1024 пс
Количество каналов	65 535
Мертвое время	10 нс

Запросить коммерческое предложение и сервисную поддержку по прибору можно по ссылке technoinfo.ru/catalog/silverskai/ или по QR-коду справа

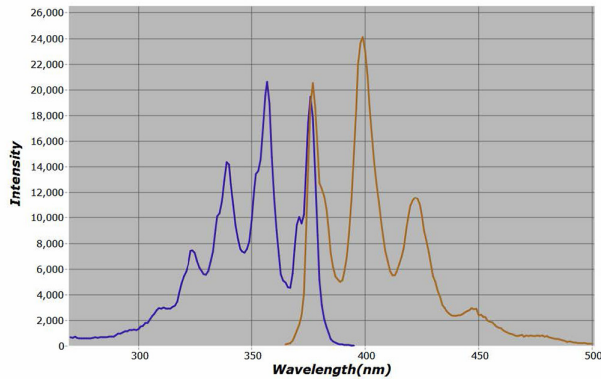


Приложения

Спектры возбуждения и эмиссии

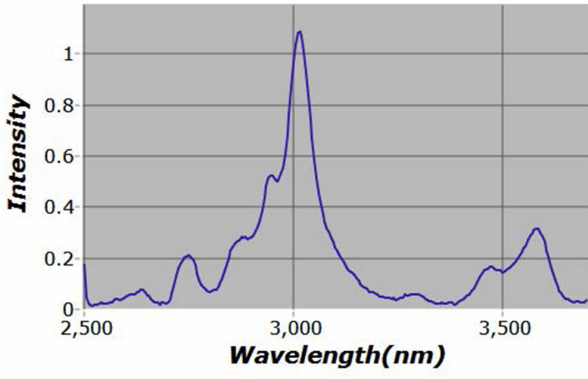


Европий в азотной кислоте. Возбуждение 75Вт ксеноновой лампой, шаг 1 нм. Максимум эмиссии 592,3 нм, длина волны возбуждения 393,5 нм

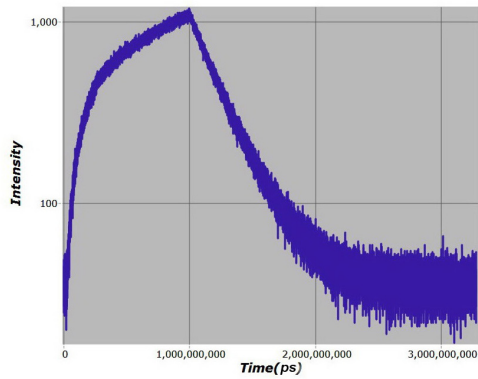


Антрацен. Возбуждение 75Вт ксеноновой лампой, шаг 1 нм. Максимум эмиссии 399 нм, длина волны возбуждения 357 нм

Спектры и времена жизни в ИК диапазоне

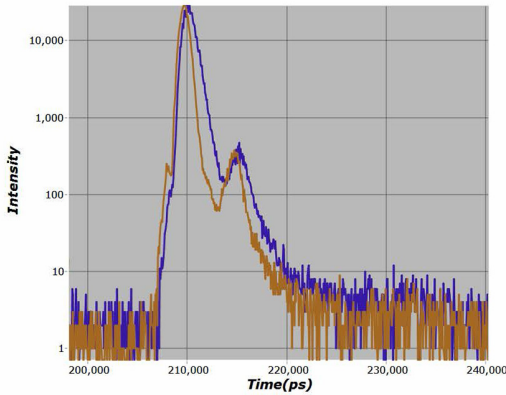


Спектр эмиссии титанатного стекла, допированного сульфатом цинка. Возбуждение непрерывным лазером 532 нм с детекцией аналоговым InSb детектором с синхронным усилителем

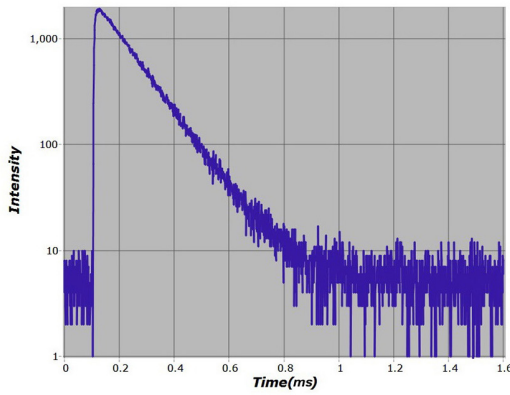


Время жизни образца кристалла YAG:Er. Возбуждение непрерывным лазером с модуляцией, частота повторения 100 Гц, максимум эмиссии 1064 нм

Времена жизни флуоресценции и фосфоресценции

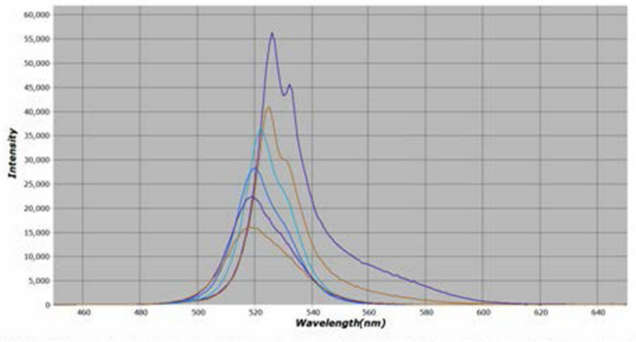


Эритрозин В в метаноле. Возбуждение суперконтинумным лазером на 510 нм. Частота повторения 1 МГц; максимум эмиссии 540 нм, реконволюция аппаратной функции. Измеренное время жизни 460 пс

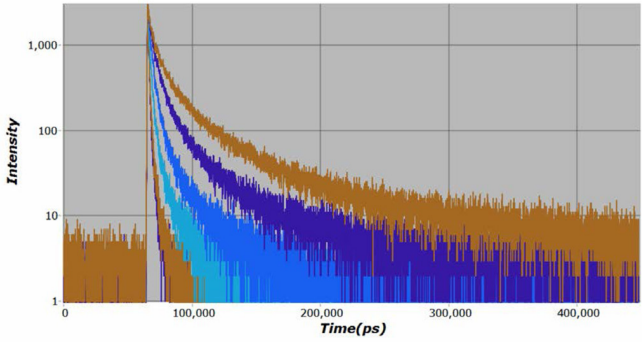


Европий в азотной кислоте. Возбуждение микросекундной импульсной ксеноновой лампой, шаг 1 нм. Максимум эмиссии 592,3 нм. Измеренное время жизни 117 мкс

Температурно-зависимая люминесценция

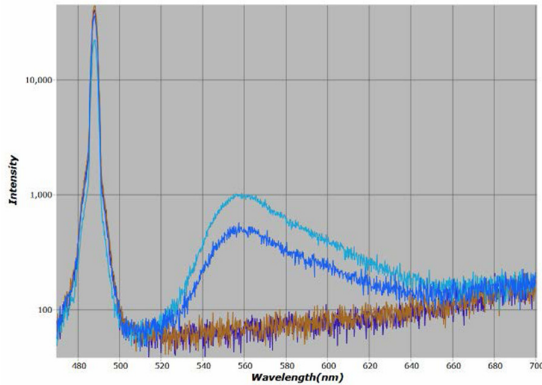


Спектры эмиссии солнечной батареи CsPbBr3. Азотный криостат, диапазон температур 77-300K. Возбуждение 75Вт ксеноновой лампой на 360 нм



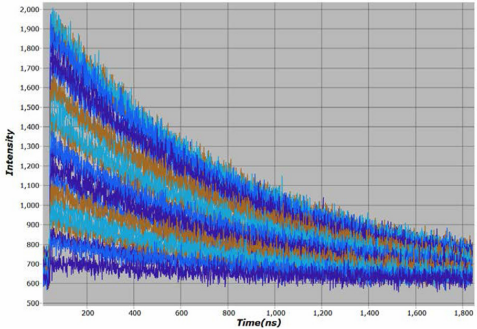
Время жизни флуоресценции солнечной батареи CsPbBr3. Возбуждение 375 нм импульсным пикосекундным лазером с частотой повторения 1 МГц. Максимум эмиссии 520 нм

Абсолютный квантовый выход люминесценции



Родамин 6G в этаноле. Возбуждение 75Вт ксеноновой лампой на 488 нм. Шаг 0,2 нм, время интегрирования 100 мс, диапазон сканирования 470-700 нм. Измеренный квантовый выход 95%

Времяразрешенные спектры эмиссии



Раствор квантовых точек PbS. Возбуждение импульсным пикосекундным лазером 488 нм Сканирование эмиссии в диапазоне 1450-1650 нм с регистрацией Пельтье охлаждаемым ФЭУ

