

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://bruker.nt-rt.ru/> || bku@nt-rt.ru

Добро пожаловать в мир Электронного Парамагнитного Резонанса (ЭПР)



EPR is a non-destructive analytical technique and is the only method available for the direct detection of paramagnetic species. Free radicals and transition metal ions can be identified and quantified in solids, liquids, gases, cells, and in vivo. Structural insights from the chemical structure to intermolecular interactions are obtained from both [CW](#) and [Pulse](#) EPR techniques (ESEEM, ENDOR, DEER, Relaxation, and Simulation).

The Many Applications of EPR

From cell membranes to nano-diamonds, EPR applications spread far and wide through many fields: [chemistry](#), [material research](#), [life science](#), [quantum physics](#), and [quality control](#).

In electrochemistry, redox chemistry, photochemistry and catalysis, EPR can be used to study metal centers and radicals involved in chemical processes. Amongst the many areas in material science, applications include polymer synthesis, testing the purity of silicon in solar cells and characterization of nano-diamonds and diamond grading. In an industrial setting, EPR is used to monitor product stability, impurity profiles, degradation, flavor stability and shelf-life for quality and process control.

In structural biology EPR provides insight into structure, function and reaction mechanisms in enzymes, membrane proteins, RNA and DNA. Biomedical EPR applications include the detection of free radicals such as ROS and RNS to observe and evaluate oxidative stress and cell damage.

Bruker is the world's leading supplier of electron paramagnetic resonance spectrometer (EPR) systems with more than 50 years of experience. Bruker's EPR application scientists have expertise in all EPR techniques and experience covering the full range of fields where EPR is used. Our product lines include the research EPR product line [ELEXSYS™](#), the compact EPR product lines [EMXplus™](#) and [EMXmicro™](#), the desktop routine product line [EMXnano™](#) and the quality control product line [e-scan™](#) and [microESR](#).

Воплощение новой философии ЭПР



EMXplus™ является представителем новейшего поколения успешной линейки EMX, отражающей инновационный подход компании Bruker к ЭПР-приборостроению

Серия ЭПР-спектрометров EMX широко известна своими выдающимися характеристиками как для научных исследований методом классической CW-ЭПР спектроскопии, так и для рутинных измерений или обучения. Новый дизайн, элементная база и программное обеспечение EMXplus соответствуют главному предназначению всех ЭПР-спектрометров Bruker: удобному и качественному анализу образца. Для начала полномасштабного ЭПР-исследования теперь достаточно просто нажать кнопку включения прибора.

EMXplus является оптимальным выбором также для тех ЭПР-исследователей, кому уже не достаточно простой регистрации обычных CW-ЭПР спектров. Новое поколение приборов серии EMXplus обладает практически неограниченным цифровым разрешением по спектральным осям магнитного поля и интенсивности сигнала, а также богатыми возможностями расширения и специализации под узкие задачи и методы, включая многочастотные эксперименты, мультирезонансные методы (CW-ENDOR) и многое другое.

- Разрядность оцифровки амплитуды сигнала: **24 бита**
- Точность установки центра диапазона развертки магнитного поля: **24 бита** (~1 мГц)
- Разрешение развертки магнитного поля: **до 256 000 точек**
- Полная свобода при выборе ширины диапазона развертки магнитного поля: от 100 мГц до непрерывной развертки между крайними достижимыми значениями, определяемыми типом [магнитной системы](#)
- Как слабые, так и сильные сигналы регистрируются без искажений при одинаковом усилении приемного канала и вне зависимости от величины Conversion Time
- Широкий выбор опционального [оборудования](#) и специализированных [резонаторов](#)
- Сдвоенный входной канал с возможностью одновременного детектирования 1-й и 2-й производных ЭПР-сигнала, либо сигналов со сдвигом фазы 0° и 90° относительно сигнала модуляции
- Чувствительность с улучшенным мостом PremiumX: не менее **2000:1** (отношение сигнал/шум согласно международному протоколу Weak Pitch)
- Возможность простой и экономичной модернизации путем добавления дополнительных мостов [от L- до Q-диапазона](#)
- Впервые появившаяся у спектрометров данного класса возможность экспериментов по двойному электронно-ядерному резонансу (CW-ENDOR)
- Возможность оптимизации для [специальных задач](#)

Меньше размер, выше производительность



Компания Bruker представляет новый компактный СВ-ЭПР спектрометр EMXmicro™, оснащенный приборной консолью размером с обычный ПК, обладающий улучшенным цифровым разрешением по магнитному полю и амплитуде измеряемого сигнала

EMXmicro является представителем нового поколения полностью цифровых СВ-ЭПР спектрометров с высокой степенью интеграции, оснащенных контроллером магнитного поля и сигнальным процессором, которые обеспечивают высокую точность и разрешение. Спектрометр EMXmicro сэкономит значительное количество свободного места в вашей лаборатории, поскольку все его электронные модули заключены в сверх-компактной приборной консоли настольного формата.

EMXmicro обладает непревзойденным соотношением функциональности к занимаемой площади. Вся электроника спектрометра, включая цифровой контроллер температуры образца (ER4141VT), уместается в приборной консоли размером с системный блок обычного ПК. Но несмотря на столь малый размер, все основные спектрометрические характеристики остаются на высочайшем уровне, в том числе разрешение по осям магнитного поля и амплитуды измеряемого сигнала.

- Разрядность оцифровки амплитуды сигнала: **18 бит**
- Точность установки центра диапазона развертки магнитного поля: **18 бит** (< 60 мГц)
- Разрешение развертки магнитного поля: **до 128 000 точек**
- Полная свобода при выборе ширины диапазона развертки магнитного поля: от 100 мГц до непрерывной развертки между крайними достижимыми значениями, определяемыми типом [магнитной системы](#)
- Как слабые, так и сильные сигналы регистрируются без искажений при одинаковом усилении приемного канала и вне зависимости от величины Conversion Time
- Возможность последовательного детектирования 1-й и 2-й производных ЭПР-сигнала, либо сигналов со сдвигом фазы 0° и 90° относительно сигнала модуляции
- Чувствительность со стандартным мостом EMX-m40X: не менее **1200:1** (отношение сигнал/шум согласно международному протоколу Weak Pitch)
- Возможность простой и экономичной модернизации путем добавления дополнительных мостов [от L- до Q-диапазона](#)
- Широкий выбор опционального [оборудования](#) и специализированных [резонаторов](#)
- Возможность оптимизации для [специальных задач](#)

EMXnano включает в своем компактном корпусе столь необходимые вам мощность и многофункциональность профессионального ЭПР-спектрометра и впервые делает доступным действительно широкий выбор ЭПР-методов для лабораторий абсолютно любого уровня



Благодаря специальной заводской калибровке и запатентованному компанией Bruker программному модулю SpinCount простой и точный количественный ЭПР-анализ стал впервые доступен для инструментов данного класса.

Простота рутинного применения в сочетании с непревзойденными характеристиками

EMXnano – это настольный ЭПР-спектрометр, расширяющий знаменитую серию EMX и созданный с применением самых последних цифровых и микроволновых технологий.

Данный ультра-современный прибор объединяет в себе магнит нового поколения (диапазон рабочих полей от -1000 до 6000 Гс) с высокочастотным микроволновым резонатором, что позволяет гарантировать недостижимо высокие для других приборов такого класса стабильность и чувствительность. EMXnano идеально подходит для большинства исследовательских задач из области классической СВ-ЭПР спектроскопии, а также для обучения.

Настольная архитектура нашего нового спектрометра требует минимальной инфраструктуры и обеспечивает чрезвычайно низкую стоимость содержания, что делает доступным для любой лаборатории полный спектр возможностей профессиональной ЭПР-спектроскопии, в том числе:

- Система для УФ-облучения
- Система управления температурой образца
- Встроенный микроволновый частотомер
- Встроенный маркер для калибровки амплитуд и g-факторов
- Количественный ЭПР-анализ без использования эталона
- Функция анализа ЭПР-спектров спиновых аддуктов с пополняемой библиотекой

Краткие технические характеристики

- Рабочая частота: X-диапазон
- Максимальная мощность: 100 мВт
- Концентрационная чувствительность: 50 пмоль/л
- Диапазон развертки магнитного поля: -1000 ... +6000 Гс
- Однородность поля в объеме образца: 50 мГс
- Стабильность магнитного поля: 10 мГс/час
- Разрешение развертки (поле или время): до 250 000 точек
- Встроенный моторизированный маркер для калибровки амплитуд и g-факторов спектральных линий
- Профессиональное ПО [Xenon](#) с функцией SpinCount для быстрого количественного ЭПР-анализа без эталона

СВЧ-насыщение

Метод СВЧ-насыщения является полезным инструментом для анализа релаксационных свойств парамагнитных центров в различных средах, например, для определения концентрации кислорода в окружении белков. Высокочастотный резонатор EMXnano дает возможность организовывать полностью автоматизированные 2D-эксперименты по СВЧ-насыщению (магнитное поле/микроволновая мощность). В программное обеспечение спектрометра встроена функция P1/2-анализа, которая позволяет определить количественное значение уровня СВЧ-насыщения в любой точке ЭПР-спектра.

Чувствительность и стабильность

Вне зависимости от типа Ваших задач, критически важными параметрами ЭПР-спектрометра являются его чувствительность и стабильность. Электромагнит последнего поколения и передовые микроволновые технологии позволили достичь рекордных характеристик для данного класса

microESR: портативный исследовательский инструмент



MicroESR - это небольшой портативный прибор для исследований. Спектрометр имеет массу всего 10 кг и отпечаток 30,5 x 30,5 x 30,5 см³ фута. Он может легко поместиться в вытяжном шкафу или перчаточном ящике или транспортироваться в поле. Не требует специальной установки или регулярного обслуживания.

MicroESR также является идеальным учебным пособием для студенческих химических лабораторий. Этот инструмент позволяет демонстрировать в классе как простые темы, такие как свободные радикалы в повседневной жизни, так и гораздо менее интуитивным субъектам, включая электронную плотность, спин-орбитальное взаимодействие, спин-спиновый обмен и запрещенные переходы. Образовательный пакет - очень хорошая инвестиция для Химических Отделов, поскольку есть широкий диапазон лабораторий и предметов, которые могут быть затронуты с microESR.

- Рабочая частота: X-Band
- Непрерывная волна
- Диапазон развертки поля: 500 G с центром в точке $g = 2$
- Спектральное моделирование и примерка
- Легко пробовать образцы при температуре жидкого азота

Линейка e-scan

Настольные ЭПР-спектрометры для специфических коммерческих задач в области R&D и контроля качества

Серия e-scan™ включает в себя настольные ЭПР-системы, специально разработанные и оптимизированные для специфических задач контроля качества и НИОКР в сферах биомедицины и фармацевтики, связанных с регистрацией реактивных форм азота и кислорода.

Системы e-scan не требуют дорогой лабораторной инфраструктуры и высокой квалификации рабочего персонала, поэтому могут устанавливаться в любой аналитической или учебной лаборатории. Все приборы серии e-scan создаются и испытываются с расчетом на эксплуатацию в режиме 24/7 и обладают лучшим на рынке отношением производительности к цене.

Считыватель аланиновых дозиметров **e-scan A**

Готовая методика точного определения дозы облучения любого типа с помощью автоматического ЭПР-анализа аланиновых пленок и таблеток, являющихся "золотым стандартом" в дозиметрии.

Анализатор продуктов питания **e-scan F**

Простой и удобный контроль облученных продуктов питания в соответствии с Европейскими стандартами en1786, en1787 и en13708.

Анализатор пива **e-scan B**

Быстрый автоматический анализ срока годности пива с целью контроля качества и оптимизации технологических процессов.

Биомедицинский ЭПР-спектрометр **e-scan M**

Настольная система для количественного и качественного анализа реактивных форм кислорода и азота (ROS & RNS).

Считыватель аланиновых дозиметров



"Золотой стандарт" в дозиметрии ионизирующих излучений

Явление электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) на протяжении многих лет используется как количественный метод анализа радиационного воздействия. Ионизирующее излучение приводит к образованию во многих веществах т.н. свободных радикалов, количество которых легко определить с помощью ЭПР-спектроскопии.

ЭПР-спектрометр регистрирует резонансные переходы неспаренных (свободных) электронов на фиксированной частоте микроволнового излучения при различных значениях магнитного поля. Интенсивность измеряемого сигнала ЭПР прямо пропорциональна количеству свободных радикалов в исследуемом образце.

Аланин (аминопропановая кислота) под действием ионизирующего излучения образует очень стабильный свободный радикал. Аланиновый свободный радикал дает характерный ЭПР-сигнал, интенсивность которого пропорциональна поглощенной дозе, но не зависит от мощности и энергии излучения, а также слабо зависит от температуры и влажности среды. Поэтому аланиновая дозиметрия одинаково удобна при работе с оборудованием для электронного, рентгеновского и гамма-облучения. В зависимости от специфики применения можно использовать аланиновые дозиметры в виде пленок или в виде таблеток.

Компания Bruker с гордостью предлагает новую дозиметрическую систему, комбинирующую настольный ЭПР-спектрометр e-scan A и пленочные аланиновые дозиметры BioMax™. e-scan A представляет собой компактный и простой в использовании ЭПР-спектрометр для быстрого и точного считывания дозы с аланиновых дозиметров в виде пленок или таблеток. Качество пленок BioMax гарантируется знаменитой компанией Kodak™, а уникальный штрих-код на каждой пленке позволяет автоматизировать многие рутинные процедуры, в том числе идентификацию образца, его правильную установку в спектрометр и выбор нужных параметров измерения.

Быстрое, удобное и безопасное определение дозы

ЭПР-спектрометр e-scan A предназначен для быстрого автоматического измерения аланиновых дозиметров в виде пленок или таблеток. С прибором поставляется полнофункциональное программное обеспечение с интуитивно понятным пользовательским интерфейсом.

Основные характеристики

- Погрешность измерения: **< 1%**
- Точность не зависит от измеряемой дозы и типа облучения
- Минимальная детектируемая доза: **< 1 Гр**
- Рабочий диапазон: **10 Гр – 200 кГр**
- Время измерения: **5 – 20 с** (в зависимости от дозы)
- Встроенный считыватель штрих-кода для автоматического каталогизирования образцов
- Соответствует стандарту ISO/ASTM51507 "Standard Practice For Use Of The Alanine-EPR Dosimetry System"

Контроль облученных продуктов питания в соответствии с европейскими стандартами

Облучение продуктов питания улучшает их сохраняемость и значительно снижает риск человеческому здоровью со стороны пищевых патогенов

Облучение продуктов питания применяется для уменьшения риска человеческому здоровью со стороны пищевых патогенов, таких как сальмонелла, а также для продления срока хранения некоторых типов продуктов, например, для задержки созревания плодов или торможения развития ростков. Ионизирующее излучение подавляет процесс деления микроорганизмов и создает в пище т.н. продукты радиолиза и свободные радикалы, которые могут быть достаточно стабильными в условиях низкой влажности.

Например, кости домашней птицы или сушеные специи, подвергнутые облучению, могут содержать значительные количества свободных радикалов, которые легко можно зарегистрировать с помощью ЭПР-спектрометра. В 1990-е годы были проведены многочисленные совещания и независимые экспертизы для принятия общеевропейских стандартов по подготовке образцов, условиям проведения измерений и однозначной идентификации облученных пищевых продуктов с применением ЭПР-спектроскопии.

В настоящее время существуют три нормы ЕС, описывающие способы контроля за степенью облучения пищевых продуктов посредством ЭПР:

- [EN 1786:1996](#)
Продукты пищевые. Идентификация облученных продуктов питания, содержащих кости, методом ЭПР-спектроскопии.
- [EN 1787:2000](#)
Продукты пищевые. Идентификация облученных продуктов питания, содержащих целлюлозу, методом ЭПР-спектроскопии.
- [EN 13708:2001](#)
Продукты пищевые. Идентификация облученных продуктов питания, содержащих кристаллический сахар, методом ЭПР-спектроскопии.

С помощью обычных научно-исследовательских ЭПР-спектрометров (например, производимых компанией Bruker [EMX](#) или [ELEXSYS](#)) можно осуществлять контроль облученных продуктов питания с максимальной точностью и чувствительностью. Однако эксплуатация столь сложных и дорогих приборов с большим количеством настроек и функций требует участия специально подготовленных инженеров или научных сотрудников.



Для того, чтобы контроль облученных пищевых продуктов с помощью ЭПР-спектроскопии стал безопасным, надежным и широко распространенным методом, необходим специализированный компактный ЭПР-спектрометр с простыми процедурами настройки и измерения, а также с возможностью автоматического самотестирования и калибровки. Кроме того, в комплекте с прибором должно поставляться специализированное программное обеспечение, соответствующее международным промышленным стандартам и протоколам.

Предлагаемый компанией Bruker анализатор продуктов питания **e-scan™ Food Analyzer** полностью отвечает данным требованиям и может стать оптимальным решением для такого рода задач. Этот прибор создан на базе исключительно успешного настольного ЭПР-спектрометра EMS104, участвовавшего во многих независимых экспертизах в рамках разработки методики контроля облучения пищевых продуктов.

Электронный спиновый резонанс для свежести пива



Пиво Свежесть Пакет, совместное сотрудничество между Bruker и FlavorActiv, является единственным методом измерения, как материалы, дизайн и технологические операции могут повредить или оптимизировать свежесть пива на протяжении всего производственного цикла пива.

Преимущества Benchtop Electron Spin Resonance

Окислительный срыв пива происходит по свободнорадикальному процессу. Во время хранения даже следовые количества переходных металлов, таких как железо или медь, будут катализировать превращение молекулярного кислорода в так называемые «активные формы кислорода» (АФК). Одним из таких ROS является свободный радикал гидроксила, который быстро окисляет компоненты пива до свободных радикалов. Свободные радикалы, происходящие из пива, реагируют далее, создавая цепную реакцию, которая приводит к конечным карбонильным продуктам, таким как альдегиды и кетоны, придавая пиву «картоноподобный» вкус.

Антиоксиданты в пиве помогают им противостоять свободнорадикальному окислению, и хотя окисление со временем неизбежно, его можно минимизировать, оптимизируя пивоваренные операции и условия хранения, чтобы обеспечить максимальное содержание антиоксидантов в упакованном пиве.

Профиль окисления EPR обеспечивает аналитическую меру для оценки общего антиоксидантного статуса пива на каждой стадии процесса пивоварения и обеспечивает полезный прогноз срока годности готового пива до того, как оно пройдет через дорогостоящую упаковку и распределение.

Эта ключевая информация позволяет производителям оптимизировать производственный процесс и предпринимать корректирующие действия на ранних этапах процесса, обеспечивая свежесть и стабильность продукта конечного продукта. Пакет свежести пива был обновлен и теперь включает настольный прибор microruR от Bruker, который полностью поддерживается обучением приложений, настроенными реагентами, стандартами вкуса GMP и технической поддержкой. .

Новая автоматизация SampleBench

- Специально разработан для microESR
- Обеспечивает автоматическое, автоматическое использование
- Полностью воспроизводимые результаты

EPR обнаружение активных видов кислорода и азота (ROS и RNS)

Прямое обнаружение АФК очень трудно или невозможно в растворе при комнатной температуре из-за очень короткого периода полураспада. Электронный парамагнитный резонанс (ЭПР) является единственным методом прямого обнаружения парамагнитных частиц. Здесь мы собрали сборник статей, в которых рассказывается о проводимых исследованиях и об эффективной роли, которую играет EPR.

ROS обнаружение рака

Детальное исследование раскрывает противораковые свойства экстракта магнолии

Хонокиол (HNK) является многообещающим противораковым средством, полученным из коры восточного лекарственного растения *Magnolia officinalis*. Был сделан вывод, что лечение HNK вызвало цитопротективную аутофагию в клетках рака предстательной железы, которую можно использовать для усиления противоопухолевого эффекта этого многообещающего природного агента. Клеточно-проницаемый спиновый зонд (СМН) использовали для обнаружения ROS посредством EPR в клетках рака предстательной железы (РС-3). [Нажмите здесь чтобы узнать как.](#)

ROS обнаружение опухоли

«Радикальный» ингибитор нацелен на поступление кислорода в опухоль

Оксид азота (NO) и активные формы кислорода (АФК) являются эндогенными регуляторами связанных с ангиогенезом событий, таких как пролиферация и выживание эндотелиальных клеток, но дефект или дисбаланс NO / ROS способствуют развитию рака. Новый фотоактивный ингибитор под названием NS1 представляет собой многообещающий инструмент, который модулирует NO и окислительно-восстановительные напряжения с большим потенциалом для контроля ангиогенеза.

[Click here](#) был использован в качестве инструмента для обнаружения оксида азота и мониторинга уровня супероксида в кольцах аорты, выделенных от мышей.

ROS обнаружение диабета

Мышиное исследование выбивает популярную теорию диабета

Сахарный диабет 2 типа (СД2), при котором ежегодно регистрируется более 6 миллионов новых случаев, в настоящее время представляет собой одну из главных экономических и медицинских проблем в мире. Недавние исследования ставят измененное митохондриальное окислительное фосфорилирование (OxPhos) как основной генетический элемент резистентности к инсулину.

[Нажмите здесь.](#) чтобы узнать, насколько просто прямое измерение продукции митохондриальных АФК с помощью ЭПР-спектроскопии.

ROS обнаружение болезни Альцгеймера

Влияние ультрафиолетового облучения на агрегацию амилоидных бляшек при болезни Альцгеймера

Увеличивающиеся доказательства указывают на то, что аномальное связывание Cu^{2+} с пептидами Аβ ответственны за образование растворимых олигомеров Аβ и АФК, которые играют существенную роль в патогенезе AD. Воздействие ультрафиолетового света заметно усиливает цитотоксичность агрегатов, обработанных хелатором и необработанных Cu^{2+} связанных с Аβ42.

[Нажмите здесь.](#) чтобы увидеть, как EPR является уникальным инструментом для обнаружения АФК, генерируемых агрегатами, инкубированными в темноте и подвергающимися контролируемому воздействию ультрафиолета.

ROS ферменты обнаружения

Ориентация фиброзных заболеваний на их источник: ферменты

Семейство ферментов Nox (от Nox1 до -5, Duox1 и -2) и митохондриальные электронтранспортные ферменты являются одними из основных источников клеточных активных форм кислорода (ROS), включая анион супероксидного радикала (O_2^-), перекись водорода (H_2O_2) и родственные окислители.

Воспалительные заболевания, связанные с Nox, включают синдром острого респираторного заболевания, хроническую обструктивную болезнь легких, нейродегенеративные заболевания (включая болезнь Альцгеймера, болезнь Паркинсона и ишемический инсульт) и реперфузионное повреждение, возникающее во время трансплантации. Следовательно, существует необходимость в разработке новых лекарств на основе новых целей. Энзимы Nox являются многообещающей лекарственной мишенью, основанной на растущих доказательствах на людях и на экспериментальных животных моделях

[Нажмите здесь.](#) чтобы увидеть, как EPR представляет собой наиболее полезный анализ для определения продукции супероксида в клетках.

ROS Detection Фитотерапия

Антиоксидантная эффективность Qing Huo Yi Hao против окислительного стресса, связанного с диабетом

Формула китайской медицины Qing Huo Yi Hao (QHYN) показывает, что является мощным антиоксидантом, действующим в качестве нейтрализатора супероксидных анионов в эндотелиальных клетках с высоким содержанием глюкозы.

[Нажмите здесь.](#) чтобы увидеть, как EPR помог обнаружить его.

ROS обнаружение ишемического инсульта

Апоптоз и окислительный стресс при ишемическом инсульте

Обширные исследования определили цитотоксичность, окислительный стресс, воспаление и гибель клеток (некроз и апоптоз) в качестве основных способствующих путей, лежащих в основе прогрессирования поражения.

[Нажмите здесь.](#) чтобы увидеть, как ЭПР способствует политерапевтическому подходу к этим различным механизмам травм.

ELEXSYS – это исследовательская платформа, объединяющая в себе высочайшую гибкость и функциональность. На ее основе могут быть реализованы практически все существующие на сегодня методы ЭПР и типы спектрометров, что является принципиально новым подходом к ЭПР-приборостроению.

Линейка ЭПР-спектрометров ELEXSYS ориентирована на решение передовых исследовательских задач, требующих специализированного [программного обеспечения](#) и сложнейшего оборудования.

Оptionальное оборудование

ЭПР-спектрометры ELEXSYS могут быть дополнительно оснащены системой DICE-II для экспериментов по двойному электронно-ядерному резонансу (ENDOR), градиентными магнитными катушками для ЭПР-томографии, оборудованием для импульсных экспериментов, а также стационарными (CW) и импульсными (CW/FT) мостами для всех применяемых в ЭПР-спектроскопии [частотных диапазонов](#). Таким образом, в рамках одной продуктовой линейки реализован полный спектр возможностей для организации практически любых современных многочастотных и мульти-резонансных ЭПР-исследований.

Программное обеспечение

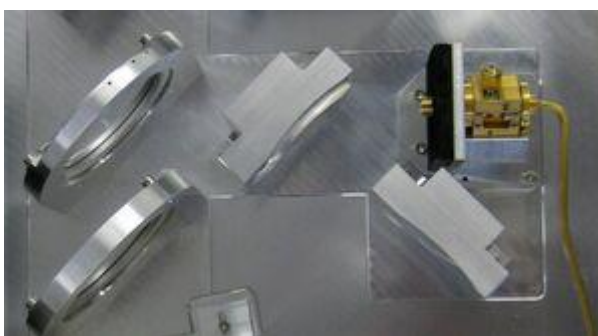
Серия ELEXSYS разработана с расчетом на неограниченную расширяемость и основана на полностью сетевой концепции. С системой может работать один пользователь или одновременно целая научная группа, причем все члены группы могут находиться в разных странах. Архитектура Клиент/Сервер эффективно разрешает конфликты между многопользовательской/многозадачной концепцией с одной стороны и работой в реальном времени – с другой стороны.

В состав стандартного пакета программного обеспечения всех ЭПР-спектрометров серии ELEXSYS входят следующие полнофункциональные программы:

- **FDepr** в реальном времени контролирует локальную сеть DeviceNet – высокоскоростной интерфейс передачи данных между рабочей станцией и всеми функциональными блоками спектрометра.
- **Aepg** автоматизирует процедуру получения одномерных и двумерных массивов спектральных данных.
- **Xepg** обеспечивает графический интерфейс для управления спектрометром и постобработки измеренных данных.

ЭПР-спектроскопия в миллиметровом диапазоне

Первый в мире коммерческий спектрометр ЭПР с рабочей частотой 263 ГГц



ELEXSYS E780 quasi-optical front end

Компания Bruker первая в мире выпустила коммерческий ЭПР-спектрометр с рабочей частотой 263 ГГц, сделав важный шаг в область квазиоптических микроволновых технологий. В спектрометре ELEXSYS E780 применен уникальный сверхпроводящий магнит с возможностью непрерывной развертки магнитного поля в диапазоне от 0 до 12 Тл в сочетании с оригинальной конструкцией т.н. нерезонансного датчика, оптимизированного для получения высокой чувствительности для крупных образцов размером до 5 мм.

Уникальная и отлично зарекомендовавшая себя системная архитектура ELEXSYS позволила организовать простую и безопасную работу с технологиями сверхвысокочастотного ЭПР таким же образом, как и с любым другим частотным диапазоном, включая все стандартные режимы и методы: CW/FT-ЭПР, ENDOR, ELDOR и т.д.

ЭПР-спектрометр ELEXSYS E780 оборудован надежным и безопасным квазиоптическим модулем с возможностью регистрации как отраженного, так и индуцированного ЭПР-сигнала. К квазиоптической системе подключается одномодовый резонатор - для получения максимальной

чувствительности, либо нерезонансный датчик - для работы с крупными образцами размером до 5 мм. Оба ЭПР-датчика позволяют охлаждать исследуемый образец до 4 К.

Как и в других спектрометрах серии ELEXSYS, в модели E780 применяется запатентованная технология Intermediate Frequency (IF), что обеспечивает оптимальную стабильность фаз и точность повторения импульсных последовательностей. E780 работает под управлением нашего стандартного профессионального ПО [Хепр](#), которое также позволяет работать в режиме удаленной экспертной помощи.

Основные характеристики ELEXSYS E780

- Диапазон рабочих частот: **263 ± 2 ГГц**
- Квазиоптический микроволновый модуль с возможностью регистрации отраженного и индуцированного ЭПР-сигнала
- Рабочие режимы: CW/FT-ЭПР, ENDOR, ELDOR
- Типичная длительность $\pi/2$ -импульса: **50 нс**
- Одномодовый резонатор (TE₀₁₁) для образцов < **0,33 мм**
- Нерезонансный датчик для образцов размером до **5 мм**
- Регулируемая температура образца: **4 – 300 К**
- Сверхпроводящий магнит с замкнутым криогенным циклом
- Отверстие **Ø89 мм** с вертикальным магнитным полем
- Развертка магнитного поля:
 - Основная катушка: **0 – 12 Тл** (100 мин.)
 - Катушка прецизионной развертки: **± 0,1 Тл** (0,3 мТл/с)



Высокопольная ЭПР и ENDOR-спектроскопия на частоте 94 ГГц

Единственные коммерчески доступные ЭПР-спектрометры W-диапазона ELEXSYS E600 и E680

Семейство ЭПР-спектрометров ELEXSYS включает в себя две системы W-диапазона: E600 (CW) и E680 (CW/FT). Первая оптимизирована для стационарных ЭПР-экспериментов на частоте 94 ГГц, вторая может работать как в стационарном, так и в импульсном режиме. Оба высококлассных исследовательских инструмента сочетают широчайшие возможности и гибкость применения, но при этом чрезвычайно просты в управлении. Таким образом, исследователям в полной мере стали доступны все преимущества высокочастотной ЭПР-спектроскопии.

Конструктивные особенности

- Для ЭПР-экспериментов в W-диапазоне требуется достаточно сильное магнитное поле (до **6 Тл**), что приводит к необходимости использовать сверхпроводящий магнит. Но далеко не все сверхпроводящие магниты конструктивно подходят для ЭПР-спектроскопии, поэтому компания Bruker специально для нужд ЭПР разработала магнит EPR 6T SC.
- С развитием высокочастотной (в том числе импульсной) ЭПР-спектроскопии растут потребности и самих исследователей. Некоторые импульсные эксперименты становятся значительно эффективнее и информативнее при повышении мощности. Для таких случаев мы можем предложить две различных модернизации моста W-диапазона (см. раздел Технические характеристики).

Основные характеристики

- Формирование импульсных последовательностей и контроль всех импульсных параметров, в т.ч. амплитуды, длительности, фазы и т.д. осуществляется в X-диапазоне. Преобразование сигналов в W-диапазон осуществляется с помощью технологии Intermediate Frequency (IF).
- Высокая чувствительность и спектральное разрешение достигаются комбинацией генератора фиксированной частоты и фазового детектора.

Описанные конструктивные особенности гарантируют высокую точность удержания рабочей частоты, что является необходимым условием для точного определения g-факторов.

Функциональная гибкость системы – результат использования модульной архитектуры ELEXSYS, отлично применимой для создания не только классических CW-ЭПР спектрометров, но и комбинированных CW/FT-систем. Одним щелчком мыши модель E680 переключается между стационарным и импульсным режимами, а также между X- и W-диапазонами (модификация E680X).

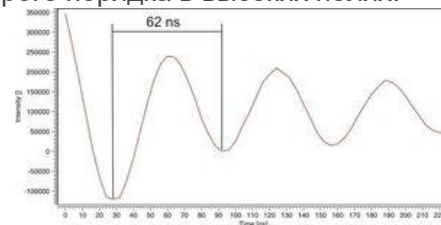
Диапазон рабочих температур ЭПР-резонатора W-диапазона TeraFlex: от 4 до 300 K, смену образца можно проводить при любой температуре. Высокоточная механика согласования и настройки резонатора и позиционирования образца обеспечивает удивительную простоту управления и высокую эффективность работы. Для настройки моста и согласования резонатора используется дисплей развертки частоты шириной 400 МГц. Все эти аппаратные возможности в полной мере поддерживаются программным пакетом [Xepc](#) дружественным пользовательским интерфейсом.

Преимущества высокочастотной ЭПР-спектроскопии

- Увеличение спектрального разрешения в сильных магнитных полях.
- Увеличение чувствительности для образцов малого объема из-за лучшего фактора заполнения резонатора.
- Увеличение ориентационной селективности для разупорядоченных систем.
- Возможность исследования спиновых систем с более высоким расщеплением в нулевом поле из-за увеличения энергии квантов.
- Лучшее разделение различных ядер в ENDOR-спектрах.
- Выше чувствительность в ENDOR-экспериментах при регистрации низкочастотных ядерных спинов.
- Упрощение спектров по причине ослабления эффектов второго порядка в высоких полях.

MW-Nutation of Coal Sample at 94 GHz. The nutation period is 62 ns with the 400 mW High Power Upgrade unit.

EPR 6T SC: сверхпроводящий магнит для W-диапазона



Главные конструктивные особенности второго поколения сверхпроводящих ЭПР-магнитов для W-диапазона: горизонтальная ориентация магнитного поля, стационарные тоководы, основные сверхпроводящие катушки с рабочим диапазоном **0 – 6 Тл** и дополнительные катушки для развертки магнитного поля с высоким разрешением в диапазоне **±0,1 Тл**.

В новой конструкции магнита постоянно подключенные к основной и дополнительной катушкам тоководы обеспечивают существенно меньшую скорость испарения жидкого гелия по сравнению с предыдущими моделями. Обе катушки подключены к специально разработанному блоку питания. Простое и безопасное управление магнитным полем осуществляется полностью через графический интерфейс рабочей станции ЭПР-спектрометра. Переключение между двумя режимами развертки производится одним кликом мыши.

EPR 6T SC: The W-Band Superconducting Magnet

Усилители для W-диапазона

Для импульсных ЭПР-экспериментов, в которых предпочтительны короткие длительности импульсов и широкие полосы возбуждения (например ESEEM, DEER и т.д.), мы предлагаем опциональные усилители W-диапазона мощностью **100** и **400 мВт**. В случае 100 мВт длительность $\pi/2$ -импульса в стандартном резонаторе W-диапазона равна примерно **40 нс**. При 400 мВт – всего лишь **16 нс**.



Преимущества более высокой мощности (400 мВт) очевидны на примере 4-импульсного DEER-эксперимента. Чем выше мощность, тем короче длительность импульса и лучше отношение сигнал/шум у получаемых данных, что в результате приводит к значительному сокращению

FT/CW-ЭПР система



Основа для многочастотной и мульти-резонансной импульсной ЭПР-спектроскопии

E580 – это универсальный инструмент с широчайшим кругом возможностей, позволяющий не только осуществлять любые современные ЭПР-эксперименты, но и готовый к вызовам будущего.

PatternJet-II Channel

За последние два десятилетия импульсный ЭПР стал широко признанным методом исследования парамагнитных частиц. С самого начала этой эпохи и по сей день компания Bruker является первопроходцем в коммерческом приборостроении для задач импульсной ЭПР-спектроскопии, начиная с выпущенного в 1987 году спектрометра ESP 380.

Еще одной важной вехой стала представленная в 1997 году новая модель ELEXSYS E580, оборудованная высокоскоростными цифровыми устройствами PatternJet и SpecJet. Впервые в истории импульсного ЭПР появилась возможность усреднять сигнал свободной индукции (FID) и спинового эха со скоростью, определяемой временем релаксации самой электронной спиновой системы, а не аппаратными ограничениями.

Генератор импульсов PatternJet-II и высокоскоростной цифровой осциллограф SpecJet-II нового поколения обеспечивают еще более высокую скорость и точность сбора данных в импульсных ЭПР-экспериментах. В сочетании с универсальностью, чувствительностью и надежностью наших FT/CW-мостов и резонаторов серии Flexline они превращают ЭПР-спектрометр ELEXSYS E580 в непревзойденный исследовательский инструмент для регистрации и изучения парамагнитных частиц.

Основные импульсные методы

- Спектроскопия электронного спинового эха и Фурье-методы как основные способы записи ЭПР-спектров и определения времен релаксации электронной спиновой системы
- Эксперименты типа ESEEM и 2D-HYSCORE для изучения распределения спиновых плотностей и расстояний через измерение сверхтонкого взаимодействия между электронным и ядерным спинами
- Эксперименты типа SECSY и EXSY для изучения корреляционных и обменных взаимодействий
- Импульсный [ELDOR и DEER](#) для измерения больших межспиновых расстояний (15 – 80 Å) через диполь-дипольное взаимодействие электронных спинов
- Импульсный [ENDOR](#) для изучения сверхтонких взаимодействий и релаксаций ядерных спинов
- Возможность синхронизации с лазером для исследования быстрых химических реакций и триплетных состояний

Аксессуары

Один из основных элементов любого ЭПР-спектрометра – резонатор. На протяжении многих лет компания Bruker тщательно совершенствует технологии производства ЭПР-резонаторов, что привело к появлению легендарной линейки [Flexline](#). ЭПР-спектрометр ELEXSYS E580 также может использоваться как платформа для [многочастотных](#) экспериментов. Благодаря нашей запатентованной технологии

Intermediate Frequency (IF) к базовой системе X-диапазона легко добавляются CW/FT-мосты для других рабочих частот.

На сегодняшний день возможны расширения до W-диапазона ([E680](#)), Q-диапазона ([SuperQ-FT](#)), S-диапазона, ([SuperS-FT](#)) и L-диапазона ([SuperL-FT](#)). Уникальная конструкция наших спектрометров позволяет легко перенести абсолютно все богатейшие функциональные возможности стандартного импульсного моста в любой из перечисленных диапазонов.

Программное обеспечение Xepr

Уникальная гибкость и удобство использования являются отличительными качествами профессионального программного пакета [Xepr](#). Изучаете ли вы простую кинетику спада спинового эха или проводите сложный многопараметрический двумерный эксперимент, графический пользовательский интерфейс Xepr обеспечит простое управление ЭПР-спектрометром, интуитивно понятное планирование эксперимента и быстрое его проведение.

Множество удобных инструментов для обработки и анализа спектральных данных и наглядных способов отображения полученной информации открывает безграничные возможности для самых взыскательных исследователей.

Система для ENDOR/TRIPLE-спектроскопии



От классических CW-ENDOR экспериментов до передовых импульсных методов

Метод двойного электронно-ядерного резонанса (ДЭЯР или ENDOR – Electron Nuclear Double Resonance) чрезвычайно информативен и помогает значительно упрощать самые сложные спектры ЭПР. Более того, разрешение данного метода тем выше, чем сильнее исходный ЭПР-спектр "размыт" вследствие неоднородного уширения.

Спектрометры серии ELEXSYS, оснащенные системой DICE-II, являются идеальным инструментом для современной ENDOR-спектроскопии благодаря очевидным преимуществам технологии DICE (Digitally Computed Excitation), которая позволяет осуществлять модуляцию любого типа: AM, FM или FSK (Frequency Shift Keying), либо работать в режиме модуляции магнитного поля. В импульсной версии системы E560D-P применяется технология DDS (Direct Digital Synthesis).

Технология DDS обеспечивает возможность сверхбыстрого изменения различных параметров сигнала (за время порядка единиц наносекунд), что позволяет реализовывать такие новейшие методики как, например, "частотные вспышки" (frequency bursts) или осуществлять мгновенное изменение фазы.

Методы CW-ENDOR, TRIPLE, EIE

Применяемая в системах DICE-II модуляция типа FSK (Frequency Shift Keying) позволяет работать с очень большой амплитудой частотной модуляции, что особенно удобно для широких ENDOR-сигналов. Метод EIE (ENDOR-induced EPR) и опциональный метод TRIPLE (обыкновенный или специальный варианты) также весьма полезны для расшифровки запутанных ЭПР-спектров.

Методы ENDOR, TRIPLE и EIE могут быть легко и удобно реализованы с использованием стандартного для спектрометров ELEXSYS программного пакета [Xepr](#), в котором параметры соответствующих EPR- и ENDOR-измерений связаны друг с другом.

Система E560D-P для импульсной ENDOR-спектроскопии

Импульсная ENDOR-спектроскопия имеет ряд преимуществ при изучении взаимодействующих с неспаренными электронами ядер:

- Не требуется тонкая балансировка между мощностью возбуждения и временем релаксации ядерной спиновой системы
- Меньше наведенных помех, поскольку никакие импульсы не накладываются на момент регистрации измеряемого сигнала
- Возможность прямого измерения любых времен релаксации (T_1 и T_2 электронов, T_1 и T_2 ядер, времена кросс-релаксации)
- ENDOR-спектры хорошо дополняют результаты экспериментов типа ESEEM (Electron Spin Echo Envelope Modulation)
- Возможность манипулировать спиновой системой таким образом, чтобы изучать отдельные ее характеристики с высокой чувствительностью и селективностью
- ENDOR-эффект может иметь такую же интенсивность, как и сигнал электронного спинового эха

Комплект оборудования E560D-P

- DDS ENDOR-модуль (0,5 – 400 МГц)
- DDS TRIPLE-модуль (0,5 – 400 МГц)
- Блок управления частотой и фазой
- Импульсный ENDOR-резонатор [EN 4118X-MD4](#)
- Согласование импеданса и нагрузка 50 Ω
- Управляющее программное обеспечение

ЭПР-система для молекулярной томографии



В области биомедицинских исследований стремительно развиваются методы томографии ЭПР, поэтому компания Bruker выпускает уже второе поколение систем с функцией ЭПР-визуализации. Спектрометр E540, построенный на основе передовой архитектуры ELEXSYS, работает в L-диапазоне и успешно объединяет классическую ЭПР-спектроскопию и новейшие технологии магнитно-резонансной визуализации. Для задач материаловедения мы также можем предложить оборудование для [ЭПР-томографии в X-диапазоне](#).

Резонатор для мелких животных

Стандартный резонатор L-диапазона [E 540R23](#) имеет рабочую область с внутренним диаметром **23 мм**, что гарантирует высокий коэффициент заполнения и, следовательно, максимальную чувствительность при исследовании мелких животных. Для удобства доступа отверстие для образца расположено асимметрично относительно корпуса резонатора. Модуль резонатора может быть повернут на 90° в вертикальной плоскости, таким образом, его рабочая область может быть ориентирована в магните горизонтально либо вертикально – в зависимости от удобства работы с конкретным типом образца.

Градиентная магнитная система

В CW-ЭПР томографии применяется непрерывное возбуждение образца и ступенчатые градиенты магнитного поля в 3-х пространственных измерениях. Наши новейшие градиентные катушки имеют планарную многослойную конструкцию и внутреннее водяное охлаждение. Три биполярных источника питания способны создавать градиент магнитного поля до **40 Гс / см**. Изображение может быть построено в одном, двух и в трех пространственных измерениях, а также в одном дополнительном - спектральном измерении (4D-SSI).

Для обеспечения полной безопасности эксплуатации прибора производится непрерывный контроль сопротивления катушек: в случае их перегрева происходит автоматическое отключение блоков питания. Градиентные катушки устанавливаются на полюса магнита нашей новой конструкции, который разработан специально для удобной работы с биологическими образцами в L-диапазоне. Данный магнит отличается относительно малым размером и весом (всего **350 кг**), что дает большую свободу при выборе места для установки прибора, поскольку значительно снижаются требования к прочности пола в лаборатории. Система управляется специальным томографическим программным обеспечением на основе стандартного ПО [Xepi](#).

Непревзойденная чувствительность CW-ЭПР спектроскопии



SuperX: передовые технологии, обеспечивающие мировое лидерство

Все ЭПР-спектрометры X-диапазона серии ELEXSYS оснащаются технологией SuperX и новым модулем обработки сигналов (Signal Processing Unit, SPU). SuperX включает в себя высокомогущный низкошумный сдвоенный диод Ганна и специально сконструированный резонатор со сверхвысокой добротностью и

чувствительностью.

Сочетание вышеперечисленных элементов увеличивает чувствительность CW-ЭПР спектроскопии в X-диапазоне практически на порядок. Под мерой чувствительности традиционно подразумевается отношение амплитуды сигнала международного эталона Weak Pitch к собственному шуму прибора. Для ELEXSYS E500 эта величина составляет **3000:1**.

Модуль обработки сигналов (SPU) представляет собой электронное устройство с высокой степенью интеграции, способное реализовать практически любой современный метод CW-ЭПР спектроскопии. SPU имеет 8 входных каналов и поддерживает различные режимы синхронизации, что позволяет легко организовывать даже самые нетривиальные ЭПР-эксперименты.

Основные характеристики E500

- Мировой рекорд чувствительности благодаря применению технологии SuperX
- Многоцелевой модуль обработки сигналов (SPU)
- Контроллер магнитного поля со сверхвысоким разрешением
- Цифровой модуль быстрой развертки поля
- Возможность ЭПР-измерений с высоким временным разрешением
- Запатентованная функция количественного ЭПР-анализа без эталонного образца
- Опциональные дополнительные рабочие диапазоны: [от L- до Q-диапазона](#)
- Профессиональный программный пакет [Xepi](#)
- Опциональное оборудование для [ОДМР-спектроскопии](#)

Многоцелевой модуль обработки сигнала (SPU)

- Цифровой синхронный детектор с возможностью регистрации до 5 производных ЭПР-сигнала одновременно
- Возможность одновременной регистрации ЭПР-сигнала со сдвигом 0° и 90° относительно сигнала модуляции
- Возможность одновременной регистрации сигналов поглощения и дисперсии
- Разрядность оцифровки амплитуды сигнала: **27 бит**
- Режим быстрой развертки магнитного поля (Rapid Scan) с частотой **до 200 Гц** и амплитудой развертки до 200 Гс, с возможностью синхронного или прямого детектирования
- Время-разрешенный режим с разрешением **8 нс** по времени и 14 бит по амплитуде сигнала (однократное измерение)
- Возможность внутренней и внешней синхронизации
- Разрешение развертки магнитного поля или времени: **до 256 000 точек** (режим синхронного детектирования)
- Разрешение по оси времени: **до 16 000 точек** (время-разрешенный режим)

Универсальный сверхдобротный резонатор

- Окно для оптического облучения образца
- Резонансная частота пустого резонатора: 9,85 ГГц
- Добротность пустого резонатора: **Q > 16 000**
- Диапазон частот модуляции магнитного поля: 30 – 100 кГц
- Максимальная амплитуда модуляции магнитного поля: 20 Гс
- Совместим со всеми температурными системами
- Диапазон рабочих температур образца: 3,8 – 400 К (**до 600 К** с опциональными охлаждающими пластинами)

Рабочая станция

В комплекте со спектрометрами ELEXSYS поставляется полнофункциональное программное обеспечение для ЭПР-спектроскопии [Xepi](#) профессионального уровня, работающее на операционной системе Linux. На рабочей станции также установлен виртуальный сервер управления и сбора данных, в реальном времени контролирующий все элементы ЭПР-спектрометра через высокоскоростной сетевой интерфейс Ethernet.

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://bruker.nt-rt.ru/> || bku@nt-rt.ru