Отделение физических наук

О НЕКОТОРЫХ НАУЧНЫХ ДОСТИЖЕНИЯХ ИНСТИТУТОВ ОФН РАН В 2023 г.

Доклад академика-секретаря ОФН РАН В.В.Кведера

Общее собрание Отделения физических наук РАН, 27 мая 2024 г.

Немного о текущей ситуации…

Как мы уже отмечали на предыдущих двух наших собраниях, специальная военная операция и введение санкций против России стимулировали рост высокотехнологичной промышленности в Росси и осознание руководством России необходимости достижения технологического суверенитета в критически важных областях.

Это привело к существенному росту востребованности науки.

К сожалению, это пока не привело к сильному росту финансирования н

	2020	2021	2022	2023	2024 план
Федеральные расходы на фундаментальную науку (млрд руб)	204.0	226.1	247.5	247.2	261.4
Прирост в год %		10.8%	9.5%	-0.1%	5.7%
ВВП, млрд руб	107 658	135 774	155 350	171 041	179 956
Доля расходов на ФИ в ВВП %	0.19%	0.17%	0.16%	0.14%	0.16%
Федеральные расходы на науку	582.4	633.3	642.1	712.4	

Что ожидается и требуется:

* Существенный рост финансирования научных исследований

* Концентрация исследований на наиболее актуальных и востребованных направлениях

* Существенный рост доли поисковых проблемно-ориентированных исследований и прикладных исследований.

* Повышение роли РАН в организации научных исследований в России

* Требуется повышению качества образования инженерных кадров и меры по обеспечению притока молодежи в науку и высокотехнологичные производства.

* Требуется существенная модернизация системы управления российской наукой, включая систему финансирования и оценки научных исследований.

Эти процессы сейчас уже идут (хотя и медленно) и задача РАН в этом активно участвовать

Например: 6 мая 2024г. В.Путин дал несколько поручений Правительству РФ, направленных на повышение статуса РАН:

1. а) принять организационные, финансовые и правовые меры, обеспечивающие осуществление «Российской академией наук» общего руководства деятельностью Высшей аттестационной комиссии при Минобрнауки России. Доклад – до 1 июля 2024 г.;

б) представить предложения об определении механизмов, этапов и сроков закрепления координирующей роли «Российской академии наук» в развитии системы государственной научной аттестации. Доклад – до 15 августа 2024 г.

в) предусмотреть начиная с 2025 года дополнительные бюджетные ассигнования на ежемесячные денежные выплаты членам Российской академии наук: академикам – 200 тыс. рублей; член-коррам – 100 тыс. рублей. Доклад – до 1 ноября 2024 г.

2. Правительству РФ совместно с «Российской академии наук»:

а) представить предложения об определении статуса академических научных институтов как организаций, научно-методическое руководство деятельностью которых независимо от их ведомственной принадлежности осуществляется «Российской академией наук», в том числе :

- в определении основных направлений научной и научно-технической деятельности;

- в согласовании кандидатур на должность руководителей;

- в подготовке заключений (рекомендаций) о сохранении в составе институтов опытных производств и лечебных баз;

- **в согласовании решений об изменении подведомственности, реорганизации или ликвидации институтов. Срок – 15 июля 2024 г.;**

б) представить предложения о включении в «Российской академии наук» бюджетных учреждений «Российский центр научной информации» и «Издательство «Наука» в целях развития редакционно-издательской деятельности, популяризации результатов исследований российских ученых и обеспечения доступа к научной информации. Срок – 1 июля 2024 г.

Бюро ОФН постепенно адаптирует стиль работы под изменяющиеся условия.

- **Для усиления контактов с институтами РАН, курируемыми ОФН РАН, при Бюро ОФН создан и активно работает Совет директоров этих институтов.**

В частности, недавно Совет директоров подготовил обсуждение на Бюро ОФН ситуации с научными журналами по физическим наукам при ОФН и необходимые срочные меры. Решение Бюро послано руководству РАН.

- **Бюро ОФН регулярно заслушивает научные доклады по актуальным или «горячим направлениям», а также доклады директоров институтов РАН и ректоров некоторых ВУЗов с целью детального знакомства с текущей ситуацией и тенденциями развития.**

В частности, 4 июня на заседании Бюро ОФН мы планируем заслушать доклад ректора МФТИ.

- **Сильно вырос объем экспертных функций ОФН, прежде всего в части модернизации Плана фундаментальных научных исследований (ПФНИ) и экспертизы тем исследований, планируемых институтами.**

В частности, постепенно начала меняться система отбора тем гос.заданий

Изменения Механизма отбора проектов научных тем фундаментальных и поисковых исследований с 2025 г.

Курировать ВАК от РАН уже поручено Владиславу Яковлевичу Панченко. Он обратился к нам 24 мая 2024г. с просьбой прислать наши предложения по реформированию:

1. Какие элементы государственной системы аттестации научных и научно-педагогических кадров требуют изменения, трансформации или отмены (принципы и требования к формированию диссертационных советов, требования к соискателям ученой степени, к содержанию и структуре диссертаций, процедуре защиты, внедрению результатов диссертационной работы, требования к оппонентам и т.п.)?

2. Изменения требований к экспертам, процедуре экспертизы, принципов формирования экспертных советов.

3. Ваше отношение к существованию отдельной от ВАК системы защит в самостоятельных диссертационных советах с учетом того, что количество защит в самостоятельных советах в последние годы неуклонно росло при том, что количество защит в советах ВАК снижалось?

4. Ваши предложения по возможным изменениям структуры ВАК, номенклатуры научных специальностей и другим вопросам работы системы аттестации научных и научно-педагогических кадров высшей квалификации.

5. Какие в целом аспекты деятельности ВАК требуют улучшения или коррекции?

С глубоким уважением

Вице-президент РАН

академик РАН В.Я. Панченко

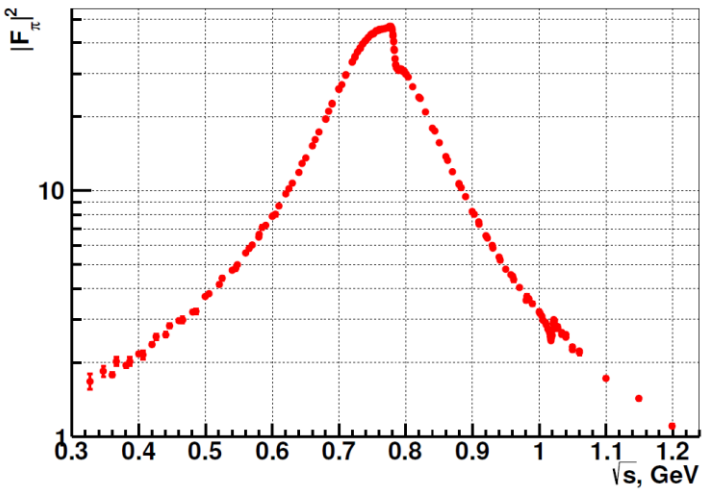
Я обращаюсь ко всем членам нашего Отделения РАН принимать активное участие в происходящих процессах. Буду рад услышать любые предложения от членов ОФН РАН.

Результаты научных исследований институтов, курируемых ОФН РАН, опубликованные в 2023г.

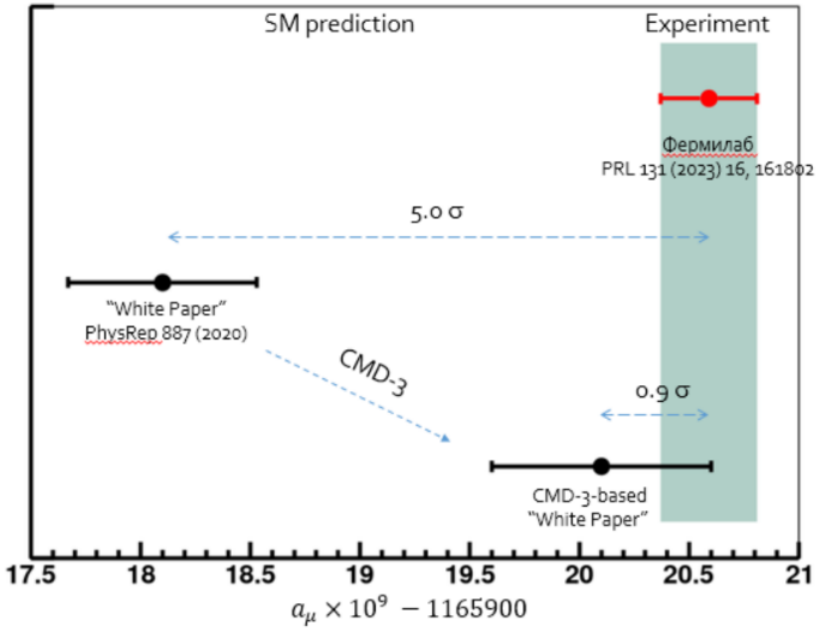
Полученные сотрудниками институтов ОФН РАН в 2023г результаты, изложены в нескольких сотнях статей.

Сейчас я смогу упомянуть лишь очень маленькую их долю!

Определен вклад сильных взаимодействий в аномальный магнитный момент мюона



Зависимость сечения процесса
$e^+ e^- \rightarrow \pi^+ \pi^-$ от энергии, измеренная КМД-3.



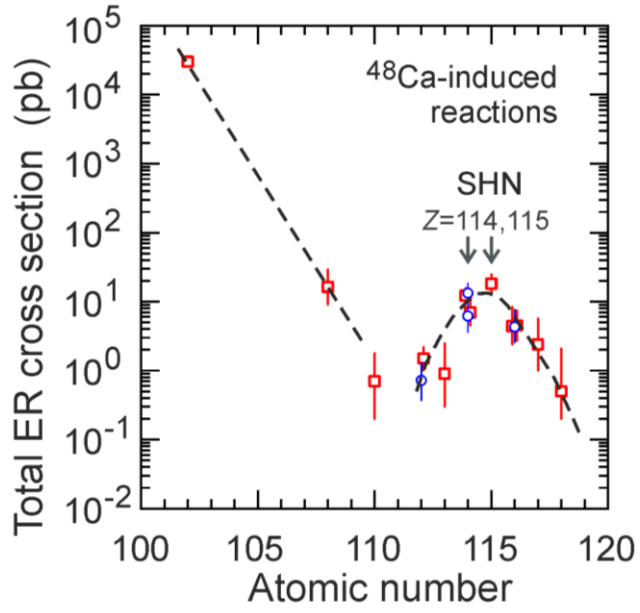
На уникальном электрон-позитронном коллайдере ВЭПП-2000 в 2023 году завершился многолетний эксперимент с детектором КМД-3 по измерению сечения процесса e+e-→π+π- в области энергии от 320 до 1200 МэВ. Сечение этого процесса определяет вклад сильных взаимодействий в аномальный магнитный момент мюона a_μ , величина которого чувствительна к «Новой физике».

Предсказания Стандпартной модели, основанные на предыдущих измерениях, сильно (на 5 сигма) отличались от эксперимента.

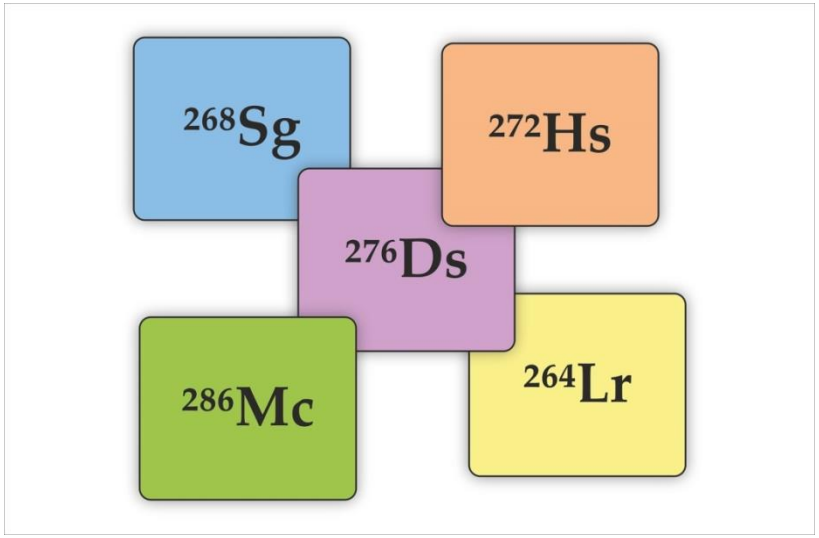
При использование новых данных КМД-3, предсказание Стандартной модели хорошо согласуется с наблюдаемым в эксперименте (Фермилаб) значением a_μ (0.9 сигма)

Это сдвигает возможные границы проявления «Новой физики» в область больших энергий

Открыто пять новых сверхтяжелых нуклидов: ^{288}Lv, ^{275}Ds, ^{276}Ds, ^{272}Hs и ^{268}Sg.



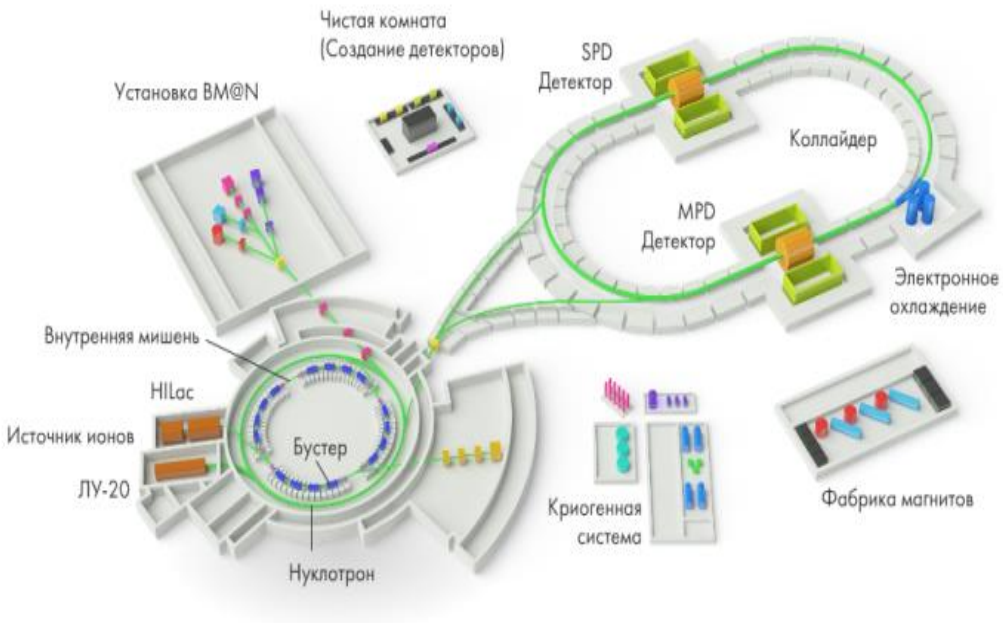
Сечения образования тяжелейших ядер в реакциях слияния ^{48}Ca с актинидами

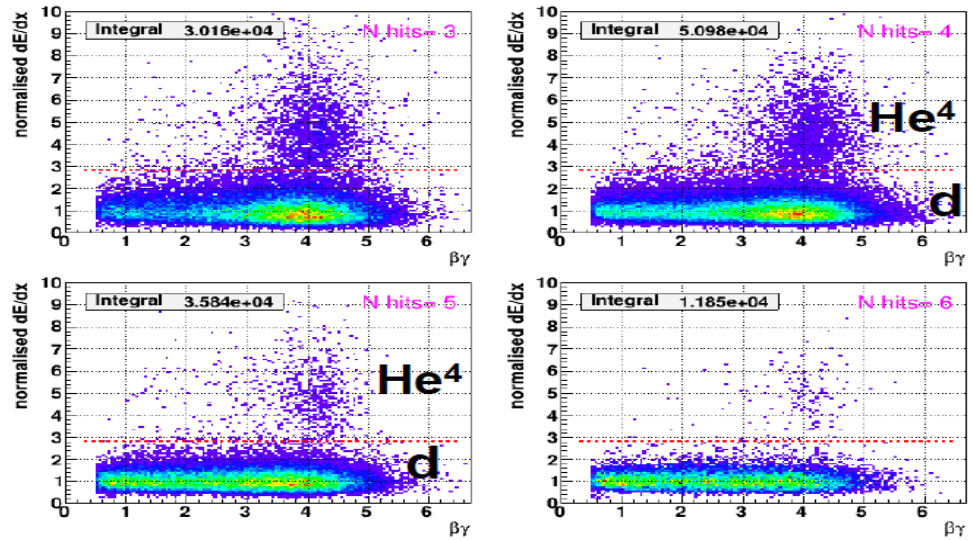


На ускорительном комплексе «Фабрика сверхтяжелых элементов» впервые выполнены эксперименты по синтезу изотопов Ds — элемента 110, в реакциях слияния ^{48}Ca+^{232}Th и ^{40}Ar+^{238}U, а также изотопов ^{11}6Lv в реакции ^{54}Cr+^{238}U. Измерено падения сечения при переходе от реакций с пучком ^{48}Ca к пучку ^{54}Cr. Показана возможность экспериментов при экстремально низком сечении — 70 фб. Открыто пять новых сверхтяжелых нуклидов: ^{288}Lv, ^{27}5, ^{276}Ds, ^{272}Hs и ^{268}Sg.

Oganessian Yu. Ts., Utyonkov V. K., Shumeiko M. V. // Physical Review C. 2023. V. 108. P. 024611.

Реализована первая стадия мегасайенс-проекта NICA





Зарегистрировано более 500 миллионов событий столкновений ускоренных ионов ксенона $^{124}Xe^{+28}$ с ядерной мишенью.

В 2023 году введен в строй и проработал 4 месяца инжекционый комплекс проекта NICA (криогенный источник частиц, линейный ускоритель тяжелых ионов, каналы транспортировки пучков, два сверхпроводящих ионных синхротрона — новый Бустер (25 Тл*м) и действующий модернизированный НУКЛОТРОН (45 Тл*м).

Реализованы эксперименты по исследованию барионной материи на выведенных пучках на установке BM&N.

Запущен инжектор для синхротронного источника 4-го поколения «СКИФ»

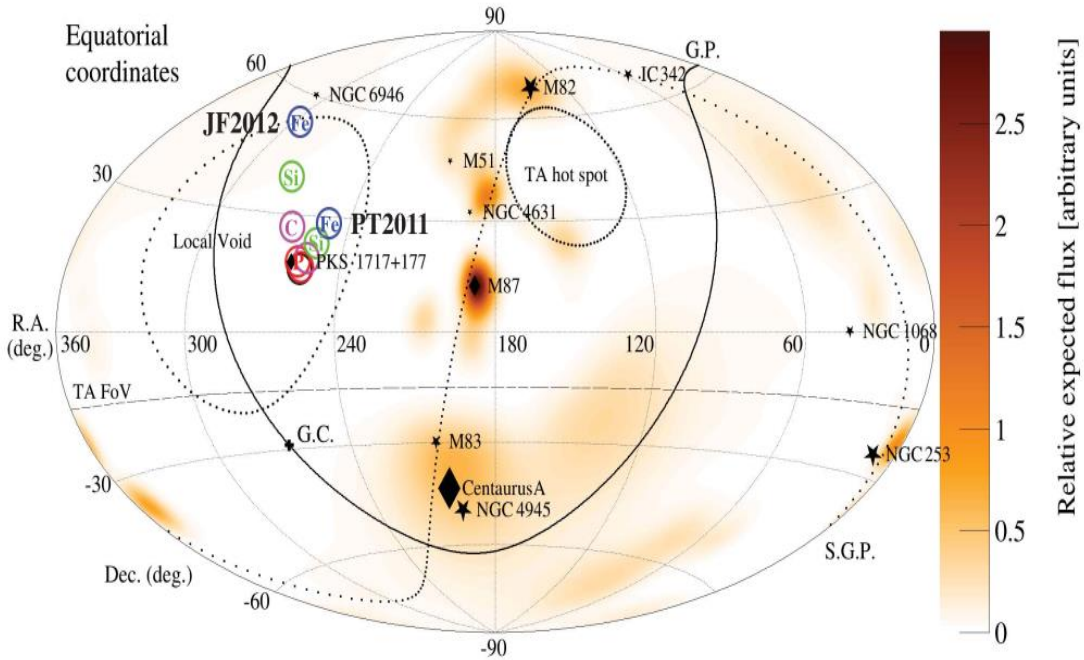
Параметры клистрона	Значение
Частота	2856±4 МГц
Выходная импульсная мощность	55±4 МВт
Входная мощность	350 Вт
Длительность СВЧ импульса	1.5 мкс
Частота повторения	до 5 Гц
Ток пучка	310 А
Высокое напряжение анода	350 кВ

В 2023 г. запущен линейный ускоритель электронов — инжектор сооружаемого источника синхротронного излучения 4-го поколения «СКИФ». Получен пучок с энергией 34 МэВ и зарядом одиночного сгустка 1 нКл.

При этом был разработан, изготовлен, прошел испытания первый российский клистрон S-диапазона с импульсной мощностью 50 МВт.

ИЯИ РАН

Зарегистрирована космическая частица с энергией ~2.4*10^{20}eV (~40 Дж)



Направление прихода частицы (черный кружок) на карте локальных источников в экваториальных координатах. Цветными кружками отмечены направления на источник в предположении различных типов первичных частиц (p, C, Si, Fe) и моделей галактического магнитного поля.

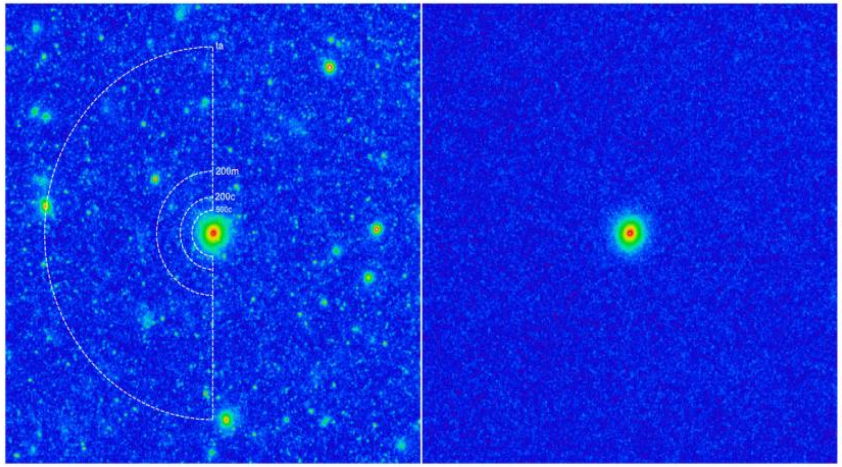
В международной обсерватории Telescope Array (штат Юта, США) объединением ученых с участием российских специалистов зарегистрирована космическая частица с энергией 244 Экза-эВ (~2.4*10^{20}eV~40 Джоулей). Установлено, что она не может быть гамма-квантом. Установлено, что частица пришла из пустой области в локальной Вселенной, что указывает на ее сильное отклонение от источника. Т.е. частица с является тяжелым атомным ядром. Из 75 авторов, ученые из ИЯИ РАН внесли решающий вклад в физическую интерпретацию наблюдаемого события.

Измерения рентгеновского излучения газа скоплений галактик на рекордно больших расстояниях от центра скопления

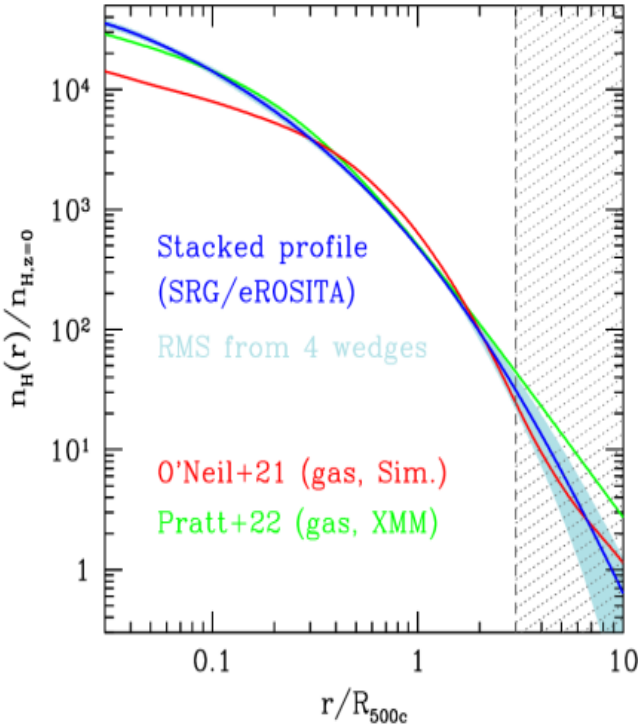
Скопления галактик заполнены горячим газом и являются мощными источниками рентгеновского излучения. Вдали от центра скоплений плотность газа падает, и тормозное излучение становится слишком слабым для большинства рентгеновских обсерваторий.

Эту проблему удалось решить обсерватории СРГ/eРОЗИТА. Наложив друг на друга изображения 40 скоплений галактик, получены средние профили плотности, температуры и энтропии вплоть до расстояний, где плотность газа лишь в 50 раз выше, чем в среднем по Вселенной.

Получено хорошее согласие с космологическими расчетами. Т.е. наши представления о формировании и эволюции скоплений достаточно точны.

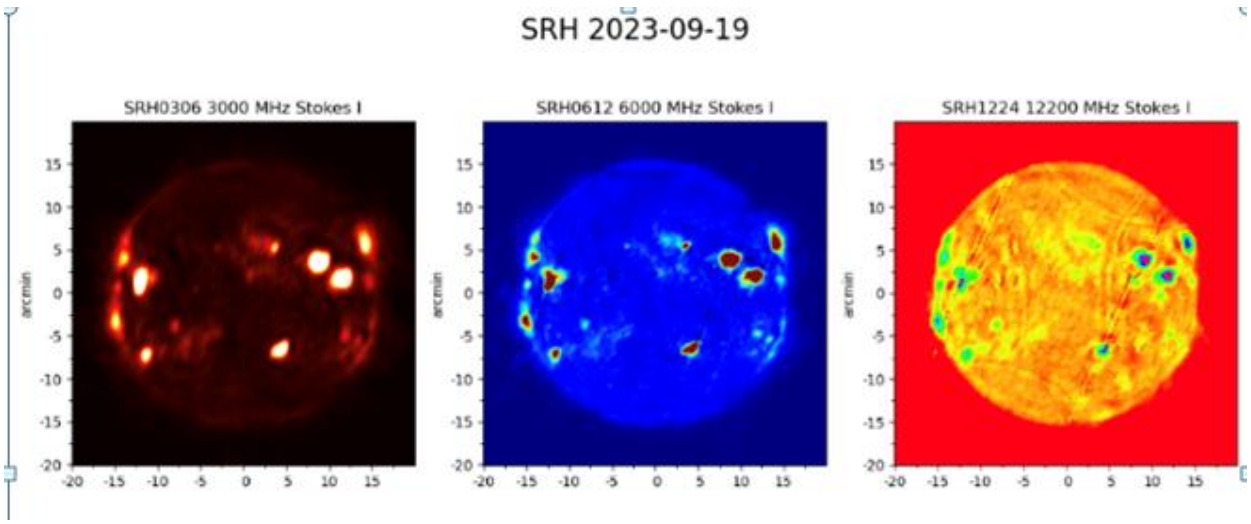


Изображение “усредненного” скопления галактик в рентгеновском диапазоне, полученное из данных СРГ/eРОЗИТА, без вычитания источников, не относящихся к скоплению, (слева) и с вычитанием источников (справа)

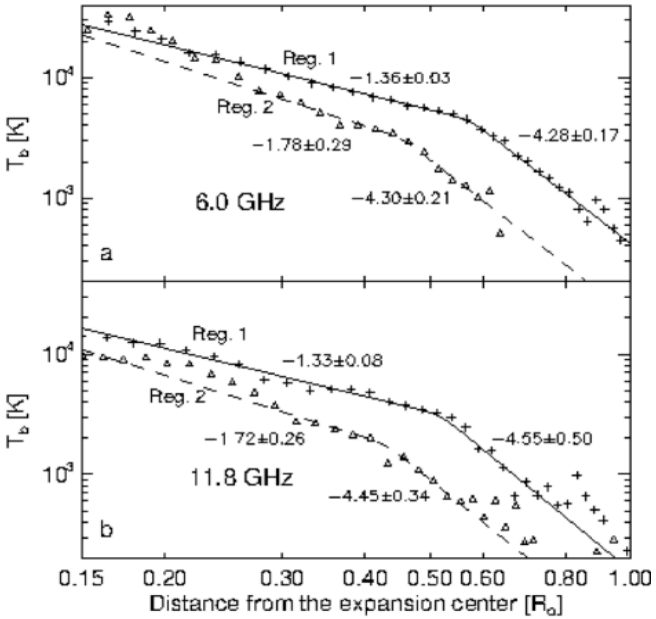


Иизмеренный радиальный профиль плотности газа вокруг скопления в сравнении с численными расчетами.

Запуск в эксплуатацию сибирского радиогелиографа



Изображения Солнца, полученные Сибирским Радиогелиографом на 3.0, 6.0 и 12.2 ГГц.



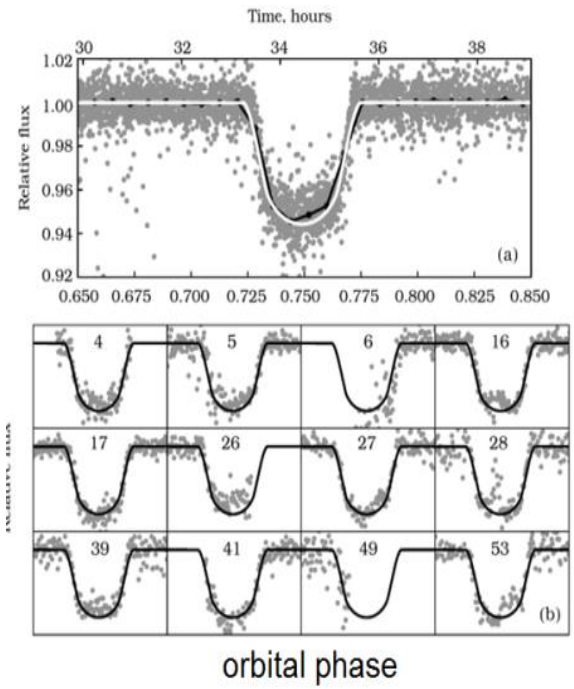
Зависимость яркостной температуры коронального выброса от расстояния до Солнца, полученная на разных частотах.

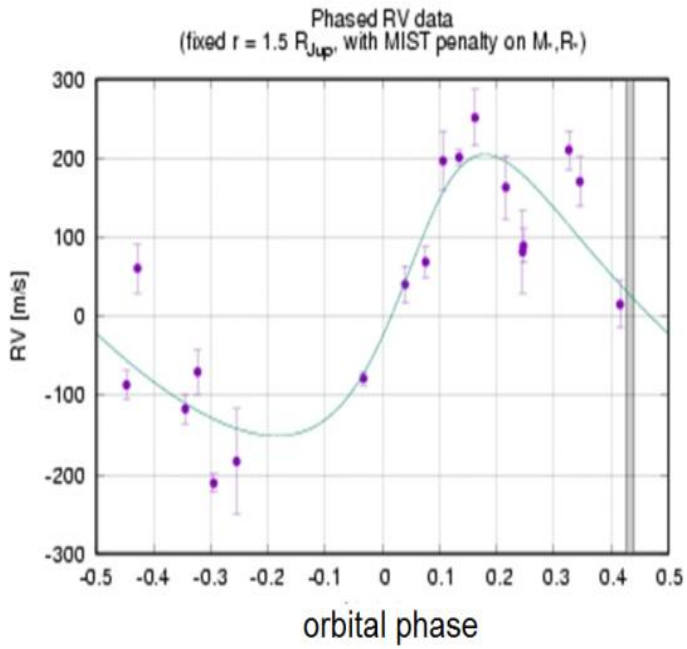
Введен в эксплуатацию уникальный Сибирский Радиогелиограф в рамках мегапроекта Национальный гелиогеофизический комплекс РАН. Антенная решетка содержит три сегмента из 128, 192 и 206 антенн на 3-6, 6-12 и 12-24 ГГц.

Впервые определён главный механизм нагрева низкотемпературного компонента корональной плазмы активных протуберанцев – омическая диссипация электрических токов, отвечающих за магнитогидродинамическую неустойчивости их структуры.

EXPLANATION: Проект исследования экзопланет и транзиентных событий. Первые результаты

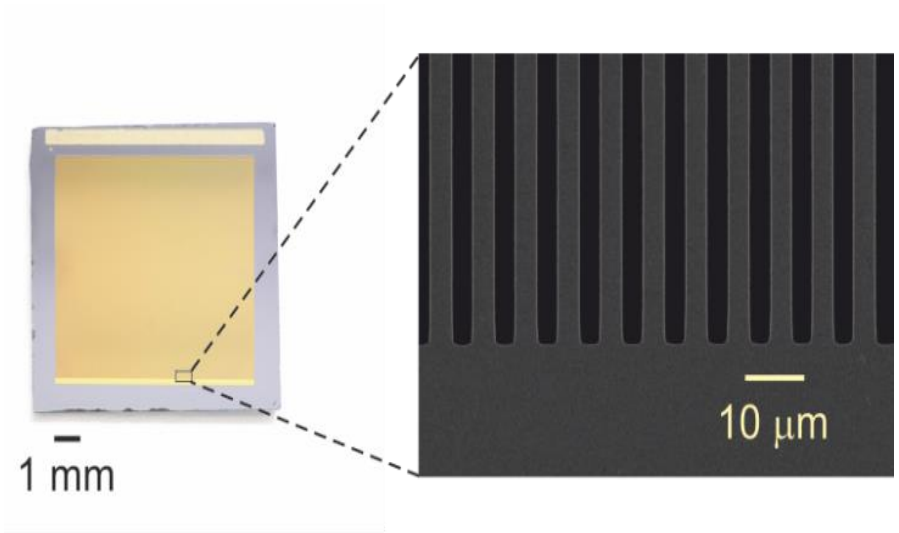
Создан комплекс широкоугольных роботизированных телескопов для поиска экзопланет и нестационарных (транзиентных) событий, и высокоточный планетный спектрограф, позволяющий регистрировать изменения лучевых скоростей родительских звезд под влиянием экзопланет. Цель - массовый поиск и исследование экзопланет и нестационарных событий во Вселенной. За неполные два года работы проекта методами фотометрических транзитов и доплеровской спектроскопии обнаружен и исследован <u>первый десяток экзопланет и кандидатов в экзопланеты</u>.

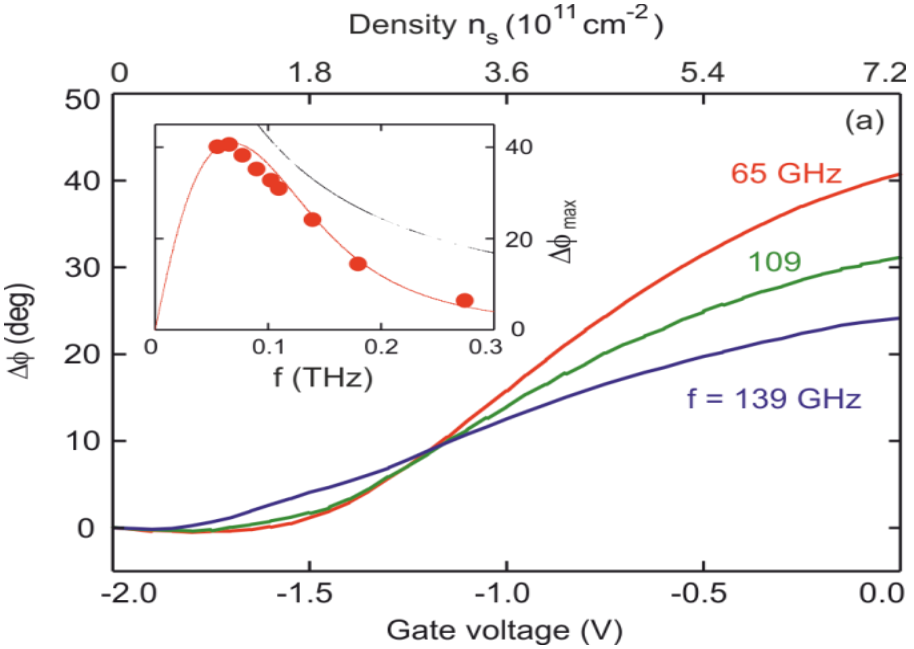




Слева: транзитные кривые блеска одной из звезд с экзопланетами.
Справа: допплеровские измерения спектрографа FFOREST для одной из обнаруженных допплеровским методом экзопланет.

Быстрые полупроводниковые фазовращатели суб-терагерцового диапазона для систем АФАР





Разработанная ФАР-система и ее характеристики: зависимости изменения фазы от напряжения на затворе и частоты.

Разработаны новые быстрые полупроводниковые фазовращатели суб-терагерцового диапазона для создания фазированных антенных решёток нового поколения для субтерагерцового диапазона.

В этих системах используется плазмонный эффект в двумерных электронных системах с высокой проводимостью на базе гетероструктур GaAs.

Фаза прошедшего излучения перестраивается подачей напряжения на затвор микроструктуры.

Фотоэлектрические преобразователи AlGaAs/GaAs лазерного излучения 800–860 нм высокой плотности

Разработаны и изготовлены методом газофазной эпитаксии МОСГФЭ фотоэлектрические преобразователи лазерного излучения 800–860 нм в электрический ток, имеющие эффективность до 62% при высоких, более 100 Вт/см², плотностях падающего лазерного излучения. Они могут быть использованы, например, для питания удаленных подвижных объектов.

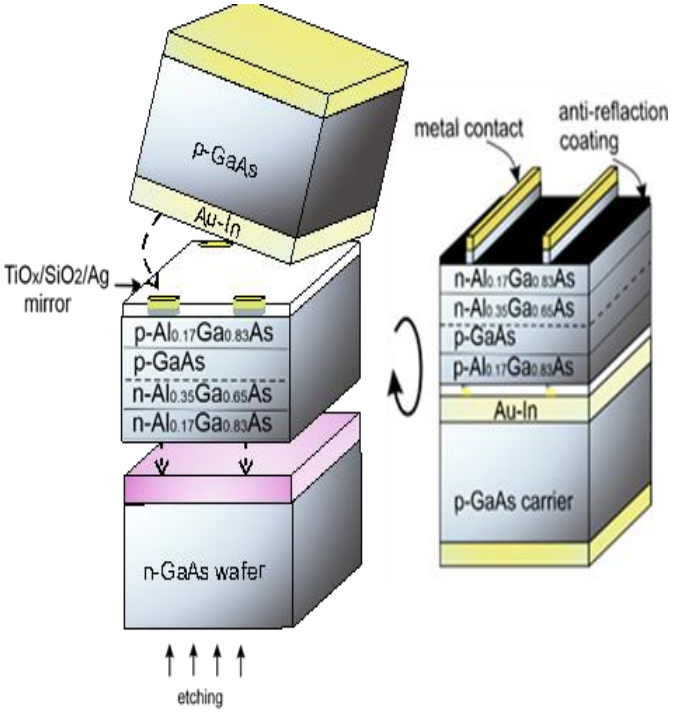
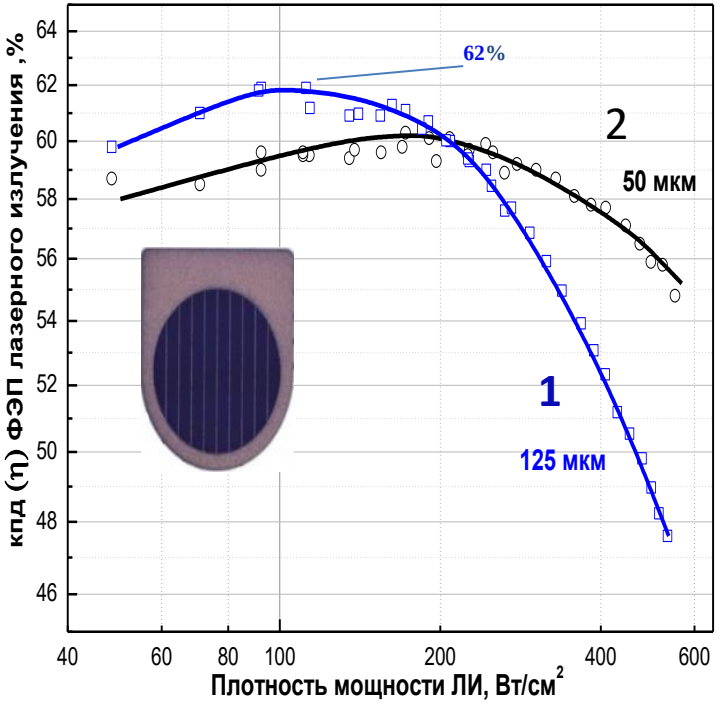


Иллюстрация разработанной технологии «переноса» гетероструктуры на опорную подложку с последующим склеиванием.

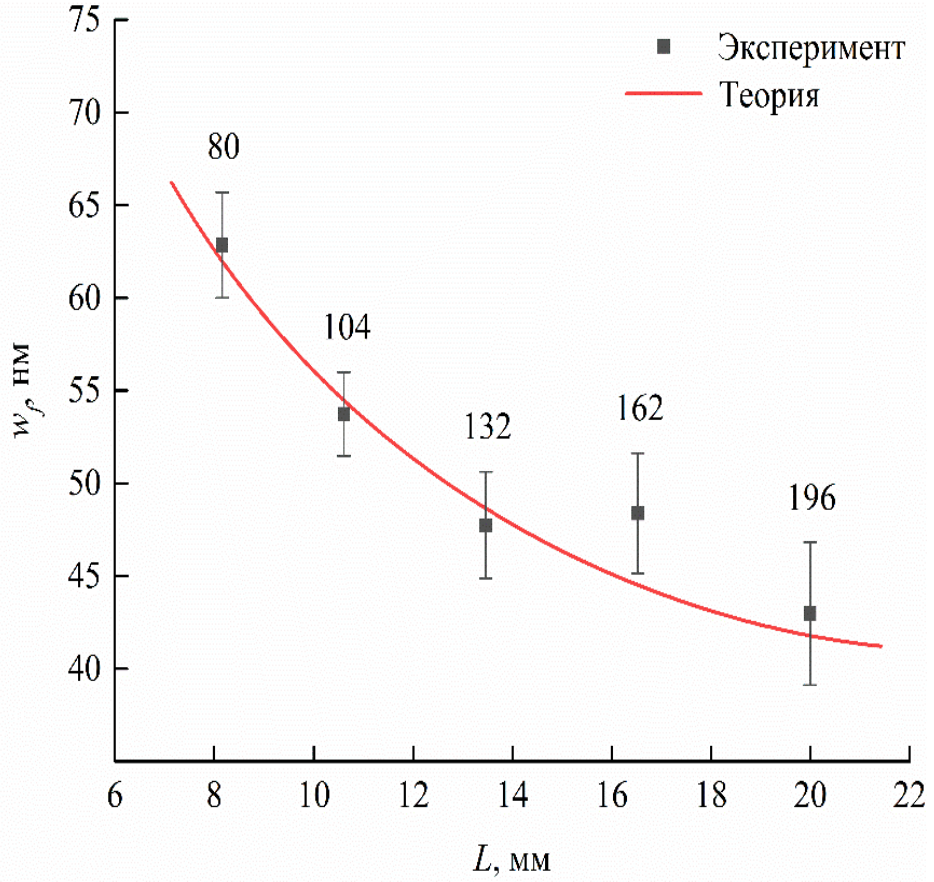


Зависимости КПД от от плотности мощности излучения для двух вариантов лицевых контактов):

Субмикронная фокусировка синхротронного излучения составными преломляющими линзами из кремния

На Курчатовском источнике синхротронного излучения (КИСИ-Курчатов) впервые реализована субмикронная фокусировка пучка синхротронного излучения (СИ) с использованием планарных составных преломляющих линз (СПЛ). Для фокусировки использовали планарные нанофокусирующие СПЛ с апертурой 50 мкм, сформированные с применением технологий микроструктурирования поверхности кремния.

Полученные экспериментальные данные продемонстрировали, что кремниевые СПЛ способны фокусировать когерентный пучок СИ до размера менее 50 нм.

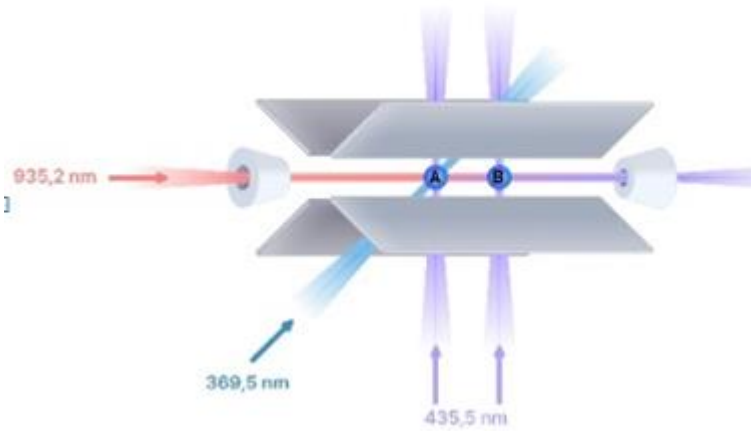


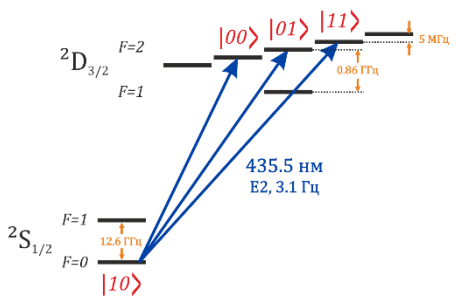
Экспериментальные значения размера пучка СИ в фокусе (w_f) для СПЛ различной длины (L) в сравнении с теоретическим расчетом. Числами над экспериментальными точками указано число фокусирующих элементов СПЛ.

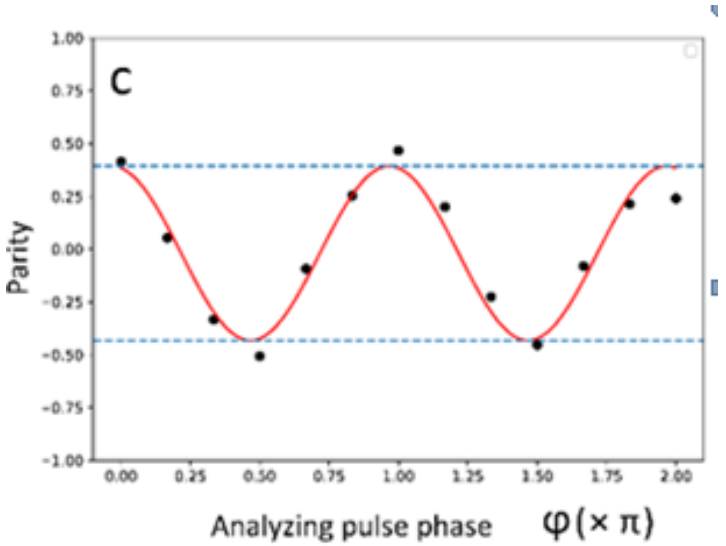
4-х кубитный ионный квантовый вычислитель с оптически адресуемыми кудитами

Создан первый в России прототип «квантового компьютера» на ионах Yb+ с регистром из двух ионов, в котором для кодирования информации используются 4 электронных уровня, что соответствует 4 кубитам. Кудиты являются оптически адресуемыми и кодируются на зеемановских подуровнях квадрупольного часового перехода на длине волны 435 нм.

Продемонстрирован универсальный набор однокудитных операций и 2-кудитный гейт Мёльмера-Соренсена, что эквивалентно универсальному 4-кубитному процессору.







Односегментная ловушка Пауля для ионов Yb+. Лазерное излучение, голубое (369,5 нм) и красное (935 нм) обеспечивают доплеровское охлаждение и перекачку. Фиолетовое лазерное излучение (435 нм), реализует охлаждение до основного колебательного состояния и двухкубитные вентили.

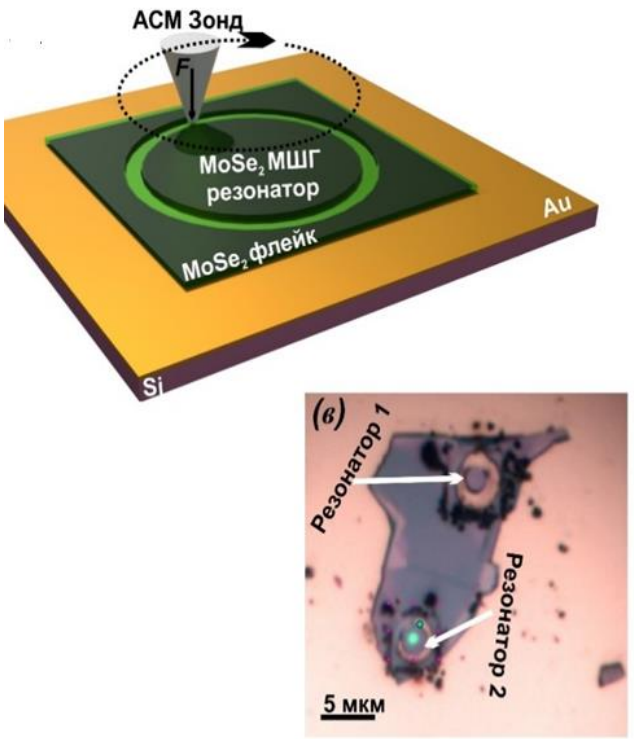
Колебания четности Pa(ф) после применения двухкудитного гейта $XX^{AB}_{01,01}(\pi/4)$ и анализирующего гейта $R^{AB}_{01}(ф, \pi/2)$. Первоначально ионы готовились в состоянии $|00\rangle^{AB}$

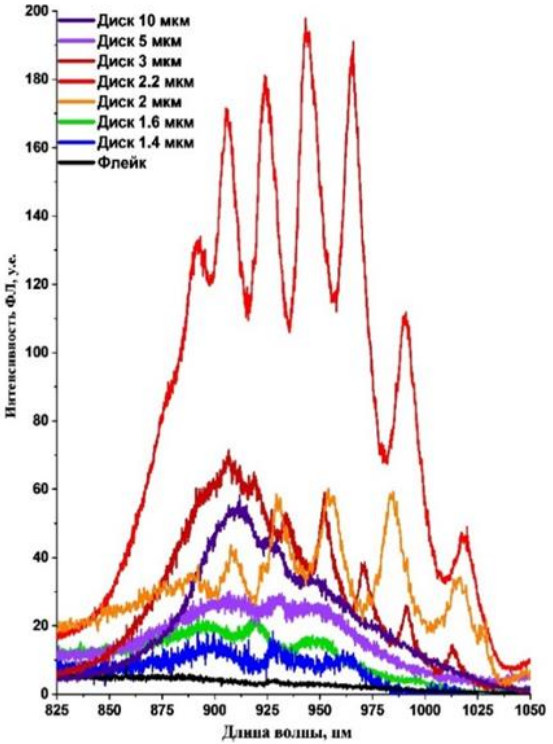
Усиление фотолюминесценции в нанофотонных оптических резонаторах из многослойного $MoSe_2$

С помощью контактной зондовой АСМ литографии изготовлены микродиски из $MoSe_2$ диаметром 1-10 мкм, толщиной ~70 нм.

Установлено, что интенсивность ФЛ дисков диаметром 2.2 мкм превосходит интенсивность ФЛ неструктурированного образца $MoSe_2$ на 3 порядка величины.

Это связано с эффект Парселла при резонансле ФЛ с собственными частотами полученных дисковых резонаторов.





Слева: Схема контактной зондовой литографии с помощью / атомно-силового микроскопа (АСМ) и оптическое изображение микродисков;

Справа: Спектры ФЛ в зависимости от диаметра дискового резонатора.

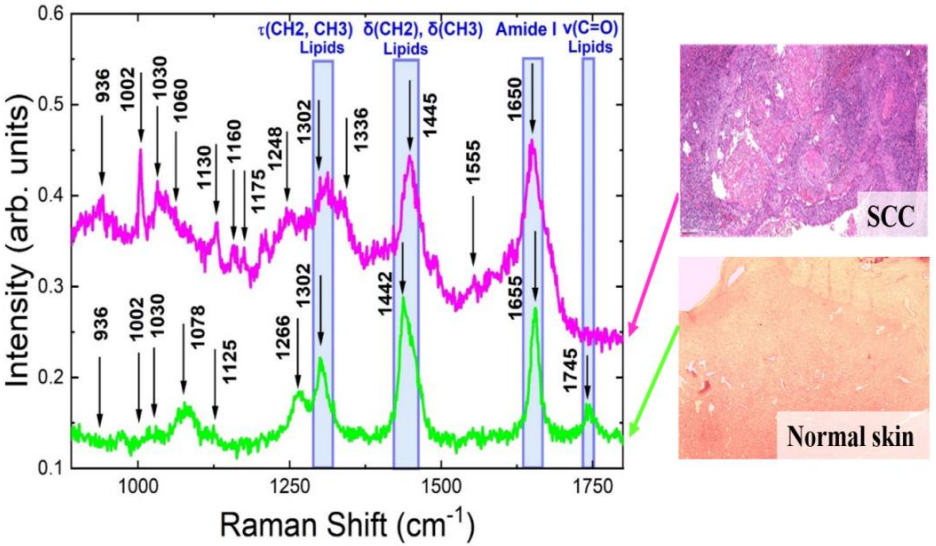
Мультиспектральная дифференциальная диагностика злокачественных новообразований кожи

Обнаружены отчетливые различия в спектрах комбинационного рассеяния света базальноклеточной карциномы, плоскоклеточной карциномы и папилломы по сравнению со здоровой кожей.

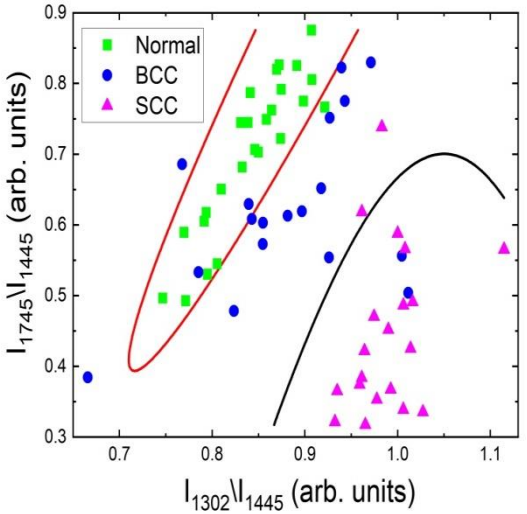
Предложено два новых, не зависящих от длины волны, спектральных критерия, относящихся к различным вибрациям липидов клеточных мембран как биомаркеров.

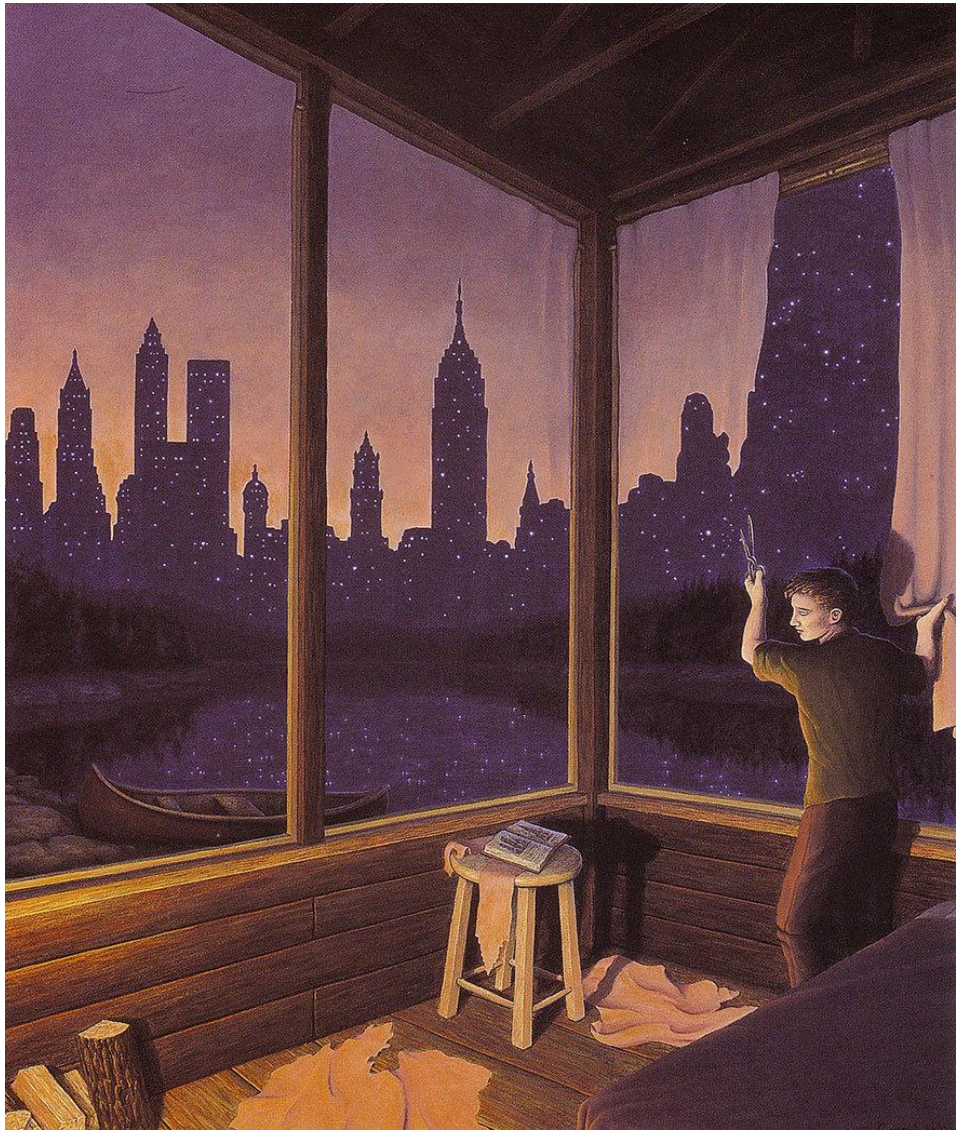
Метод разрешения многомерной кривой при анализе спектров комбинационного рассеяния света новообразований кожи на всех длинах волн подтвердил правильный выбор спектральных полос для двух новых, независимых от длины волны спектральных критериев, указывая на решающий вклад липидов клеточных мембран в качестве биомаркеров.

Работа представляет прорыв в оценке морфологии новообразований кожи и позволит значительно облегчить дифференциальную диагностику и верификацию новообразований кожи.



Спектры комбинационного рассеяния света плоскоклеточной карциномы (SCC) и нормальной кожи.



Классификация новообразований кожи при лазерном возбуждении с длиной волны 532 нм с помощью двух спектральных критериев.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!