«УТВЕРЖДАЮ»

Председатель Научного совета РАН «Квантовые технологии»,  
президент РАН

академик РАН

Г.Я. Красников

« » 202   г.

**ПРОТОКОЛ  
заседания Научного совета РАН «Квантовые технологии»,   
по теме «Экспертное обсуждение проекта актуализированной дорожной карты развития высокотехнологичной области «Квантовые вычисления»   
на период до 2030 года»**

**ДАТА И МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ:** 08 ноября 2024 г. с 10:00 до 13:31. г. Москва, Ленинский пр-т, 32А, корп. Г, 3 эт., Синий зал.

**ФОРМАТ ПРОВЕДЕНИЯ:** смешанный – очный и дистанционный (онлайн в SberJazz).

**ПРЕДСЕДАТЕЛЬСТВОВАЛ:**

Председатель Научного совета РАН «Квантовые технологии», президент РАН, академик РАН Г.Я. Красников.

# УЧАСТВОВАЛИ:

|  |  |
| --- | --- |
| Члены Бюро Совета | |
| 1. Красников Геннадий Яковлевич,  академик РАН | председатель Совета, президент РАН, руководитель приоритетного технологического направления «Электронные технологии», научный руководитель АО «НИИМЭ» (очно) |
| 1. Горбацевич Александр Алексеевич,  академик РАН | заместитель председателя Совета, заведующий лабораторией ФИАН, заведующий кафедрой квантовой физики и наноэлектроники НИУ МИЭТ, заведующий лабораторией АО «НИИМЭ» (очно) |
| 1. Панченко Владислав Яковлевич,  академик РАН | заместитель председателя Совета, вице-президент РАН, академик-секретарь ОНИТ РАН, вице-президент НИЦ «Курчатовский институт» (очно) |
| 1. Холево Александр Семёнович,  академик РАН | заместитель председателя Совета, заведующий отделом, главный научный сотрудник МИАН (очно) |
| 1. Александров Евгений Борисович,  академик РАН | руководитель лаборатории атомной радиоспектроскопии ФТИ им. А.Ф. Иоффе (онлайн) |
| 1. Кульчин Юрий Николаевич,  академик РАН | вице-президент РАН (онлайн) |
| 1. Латышев Александр Васильевич,  академик РАН | директор ИФП СО РАН (онлайн) |
| 1. Горнев Евгений Сергеевич,  член-корреспондент РАН | заместитель руководителя приоритетного технологического направления «Электронные технологии» АО «НИИМЭ» (онлайн) |
| 1. Колачевский Николай Николаевич,  член-корреспондент РАН | директор ФИАН, научный руководитель группы «Прецизионные квантовые измерения», руководитель направления «Квантовый компьютер на холодных ионах иттербия» РКЦ (очно) |
| 1. Красильник Захарий Фишелевич,  член-корреспондент РАН | руководитель научного направления «Физика микро- и наноструктур» ИФМ РАН – филиала ИПФ РАН (онлайн) |
| 1. Махлин Юрий Генрихович,  член-корреспондент РАН | главный научный сотрудник ИТФ им. Л.Д. Ландау РАН, заведующий лабораторией физики конденсированного состояния НИУ ВШЭ (очно) |
| 1. Шкуринов Александр Павлович,  член-корреспондент РАН | заместитель академика-секретаря ОНИТ РАН, профессор кафедры Физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова (очно) |
| 1. Богданов Юрий Иванович,  доктор физико-математических наук | главный научный сотрудник лаборатории физики квантовых компьютеров Отделения ФТИ им. К.А. Валиева НИЦ «Курчатовский институт», профессор Института интегральной электроники имени академика К.А. Валиева НИУ МИЭТ (очно) |
| 1. Кулик Сергей Павлович,  доктор физико-математических наук | научный руководитель Центра квантовых технологий Физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова (очно) |
| 1. Устинов Алексей Валентинович,  доктор физико-математических наук | руководитель группы РКЦ, заведующий лабораторией «Сверхпроводящие метаматериалы» НИТУ МИСИС, профессор Технологический институт Карлсруэ (Германия) (онлайн) |
| 1. Фельдман Эдуард Беньяминович,  доктор физико-математических наук | заведующий лабораторией спиновой динамики и спинового компьютинга ФИЦ ПХФ и МХ РАН (онлайн) |
| 1. Тельминов Олег Александрович,  кандидат технических наук | ученый секретарь Совета, начальник отдела перспективных исследований АО «НИИМЭ», доцент базовой кафедры микро- и наноэлектроники МФТИ (очно) |
| Члены Совета | |
| 1. Никитов Сергей Аполлонович,  академик РАН | директор ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН (онлайн) |
| 1. Благов Александр Евгеньевич,  член-корреспондент РАН | вице-президент НИЦ «Курчатовский институт», ведущий научный сотрудник ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН (онлайн) |
| 1. Глазов Михаил Михайлович,  член-корреспондент РАН | главный научный сотрудник ФТИ им. А.Ф. Иоффе (онлайн) |
| 1. Квардаков Владимир Валентинович,  член-корреспондент РАН | председатель совета РЦНИ (очно) |
| 1. Лукичев Владимир Федорович,  член-корреспондент РАН | руководитель Отделения ФТИ им. К.А. Валиева НИЦ «Курчатовский институт» (онлайн) |
| 1. Рябцев Игорь Ильич,  член-корреспондент РАН | заведующий лабораторией ИФП СО РАН (онлайн) |
| 1. Турлапов Андрей Вадимович,  член-корреспондент РАН | заведующий лабораторией ультрахолодных квантовых систем ИПФ РАН, начальник лаборатории ФГУП «ВНИИФТРИ» (очно) |
| 1. Печень Александр Николаевич,  профессор РАН, доктор физико-математических наук | заведующий отделом математических методов квантовых технологий МИАН, главный научный сотрудник НИТУ МИСИС (онлайн) |
| 1. Федянин Андрей Анатольевич,  профессор РАН, доктор физико-математических наук | проректор МГУ имени М.В. Ломоносова, заведующий кафедрой Физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова (очно) |
| 1. Абгарян Каринэ Карленовна,  доктор физико-математических наук | главный научный сотрудник, руководитель отдела ФИЦ ИУ РАН, профессор факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ имени М.В. Ломоносова (очно) |
| 1. Аблаев Фарид Мансурович,  доктор физико-математических наук | заведующий кафедрой теоретической кибернетики Казанского (Приволжского) федерального университета, главный научный сотрудник Физико-технического института ФИЦ КазНЦ РАН (онлайн) |
| 1. Андрияш Александр Викторович,  доктор физико-математических наук | научный руководитель ФГУП «ВНИИА» (онлайн) |
| 1. Астафьев Олег Владимирович,  доктор физико-математических наук | заведующий лабораторией искусственных квантовых систем МФТИ (очно) |
| 1. Гольцман Григорий Наумович,  доктор физико-математических наук | заведующий кафедрой общей и экспериментальной физики МПГУ, главный научный сотрудник НИТУ МИСИС (очно) |
| 1. Звездин Анатолий Константинович,  доктор физико-математических наук | главный научный сотрудник ИОФ РАН (онлайн) |
| 1. Павлов Александр Александрович,  доктор физико-математических наук | заместитель директора по научной работе ИНМЭ РАН (очно) |
| 1. Погосов Вальтер Валентинович,  доктор физико-математических наук | начальник лаборатории микро- и наноструктур ФГУП «ВНИИА» (онлайн) |
| 1. Прудников Олег Николаевич,  доктор физико-математических наук | директор ИЛФ СО РАН, доцент  НГУ (онлайн) |
| 1. Суетин Николай Владиславович,  доктор физико-математических наук | заместитель председателя Правления Фонда «Сколково», ведущий научный сотрудник НИИЯФ МГУ (очно) |
| 1. Сысоев Николай Николаевич,  доктор физико-математических наук | директор Центра квантовых технологий, советник ректора, заведующий кафедрой молекулярных процессов и экстремальных состояний веществ физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова (очно) |
| 1. Торопов Алексей Акимович,  доктор физико-математических наук | заведующий лабораторией квантовой фотоники ФТИ им. А.Ф. Иоффе (очно) |
| 1. Шевченко Владимир Игоревич,  доктор физико-математических наук | ректор НИЯУ МИФИ (очно) |
| 1. Шойтов Александр Михайлович,  доктор физико-математических наук | заместитель Министра цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации, президент Академии криптографии Российской Федерации (онлайн) |
| 1. Велихов Василий Евгеньевич,  кандидат физико-математических наук | директор-координатор объединенного вычислительного кластера НИЦ «Курчатовский институт» (очно) |
| 1. Вьюрков Владимир Владимирович,  кандидат физико-математических наук | ведущий научный сотрудник Отделения ФТИ им. К.А. Валиева НИЦ «Курчатовский институт» (очно) |
| 1. Гуртовой Владимир Леонидович,  кандидат физико-математических наук | старший научный сотрудник ИПТМ РАН (онлайн) |
| 1. Родионов Илья Анатольевич,  кандидат технических наук | директор научно-образовательного центра «Функциональные Микро/Наносистемы» МГТУ им. Н.Э. Баумана, научный руководитель по направлению ФГУП «ВНИИА» (очно) |
| 1. Федоров Алексей Константинович,  кандидат физико-математических наук | научный руководитель группы «Квантовые информационные технологии» РКЦ (очно) |
| 1. Юнусов Руслан Рауфович,  кандидат физико-математических наук | советник генерального директора Госкорпорации «Росатом» (онлайн) |
| От Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций  Российской Федерации | |
| 1. Денисова Виктория Викторовна | заместитель директора Департамента стимулирования спроса на радиоэлектронную продукцию (онлайн) |
| 1. Никитин Дмитрий Сергеевич | директор Департамента развития отрасли информационных технологий (очно) |
| 1. Пивоварова Мария Игоревна | начальник отдела развития рынка компьютерного оборудования Департамента стимулирования спроса на радиоэлектронную продукцию (онлайн) |
| 1. Попов Алексей Анатольевич | заместитель директора Департамента развития отрасли информационных технологий (очно) |
| От Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом», г. Москва | |
| 1. Лихачев Алексей Евгеньевич,  доктор экономических наук | генеральный директор (очно) |
| 1. Рыкованов Георгий Николаевич,  академик РАН | председатель Научно-технического совета Госкорпорации «Росатом», научный руководитель ФГУП «РФЯЦ - ВНИИТФ им. Академ. Е.И. Забабахина» (очно) |
| 1. Сергеев Александр Михайлович,  академик РАН | научный руководитель АНО «Дирекция Национального центра физики и математики» (очно) |
| 1. Солнцева Екатерина Борисовна,  кандидат физико-математических наук | директор по цифровизации Госкорпорации «Росатом» (очно) |
| 1. Арсентьев Юрий Геннадьевич | сотрудник Госкорпорации «Росатом» (очно) |
| 1. Гришанов Денис Александрович | директор проекта «Развитие квантовых вычислений» Госкорпорации «Росатом» (очно) |
| 1. Кулагина Екатерина Алексеевна | сотрудник Госкорпорации «Росатом» (очно) |
| 1. Романовский Михаил Юрьевич | директор по управлению научно-техническими программами Госкорпорации «Росатом» (очно) |
| От Акционерного общества «Государственный научный центр Российской Федерации — Физико-энергетический институт имени А.И. Лейпунского» | |
| 1. Айрапетова Наталья Германовна | заместитель генерального директора по развитию и международной деятельности АО «ГНЦ РФ - ФЭИ» (Госкорпорация «Росатом») (онлайн) |
| 1. Лебезов Андрей Александрович | генеральный директор АО «ГНЦ РФ - ФЭИ» (Госкорпорация «Росатом») (онлайн) |
| От Акционерного общества «Научно-исследовательский институт приборов» | |
| 1. Таперо Константин Иванович,  доктор технических наук | заместитель генерального директора  по науке и инновациям АО «НИИП» (Госкорпорация «Росатом») (онлайн) |
| От Акционерного общества «Росатом Автоматизированные системы управления» | |
| 1. Димашов Дмитрий Александрович | технический директор АО «РАСУ» (Госкорпорация «Росатом») (онлайн) |
| От Акционерного общества «Росатом Наука» | |
| 1. Пенязь Милена Алексеевна | ученый секретарь – руководитель группы АО «Росатом Наука» (Госкорпорация «Росатом») (онлайн) |
| От Общества с ограниченной ответственностью «Совместное предприятие «Квантовые технологии» (Госкорпорация «Росатом»), г. Москва | |
| 1. Кулагина Наталья Геннадьевна | генеральный директор (очно) |
| 1. Насибулин Михаил Михайлович | заместитель генерального директора по реализации дорожной карты (очно) |
| 1. Федукова Мария Ивановна | заместитель генерального директора по безопасности (очно) |
| 1. Зеленкова Елена Владимировна | исполнительный директор (очно) |
| 1. Кольченко Михаил Алексеевич,  кандидат физико-математических наук | руководитель группы исследований и аналитики (онлайн) |
| 1. Пересадько Андрей Григорьевич,  кандидат технических наук | ведущий аналитик отдела исследований и аналитики (онлайн) |
| 1. Морозов Александр Викторович | директор по технологическим и научным разработкам (очно) |
| 1. Борисов Ярослав Михайлович | директор по развитию бизнеса (очно) |
| 1. Валитов Руслан Шамилевич | руководитель группы защиты активов (очно) |
| 1. Даллакян Шогик Самвеловна | директор по корпоративным и правовым вопросам (очно) |
| 1. Загорская Екатерина Петровна | эксперт (очно) |
| 1. Китайцева Полина Андреевна | менеджер (очно) |
| 1. Князькин Максим Михайлович | директор по мониторингу и анализу выполнения ДК «Квантовые вычисления» (очно) |
| 1. Локтионов Евгений Александрович | эксперт отдела по мониторингу ДК «Квантовые вычисления» (очно) |
| 1. Малахова Виктория Сергеевна | руководитель направления отдела по мониторингу ДК «Квантовые вычисления» (очно) |
| 1. Попов Олег Анатольевич | начальник отдела (очно) |
| 1. Саков Иван Алексеевич | руководитель проектного офиса по РСТ (онлайн) |
| 1. Сорокина Анна Андреевна | начальник отдела (очно) |
| 1. Суханов Сергей Викторович | руководитель направления (онлайн) |
| 1. Танкиев Магомед Ибрагимович | руководитель направления отдела по мониторингу ДК «Квантовые вычисления» (очно) |
| От ООО «МЦКТ» (Российский квантовый центр), г. Москва | |
| 1. Острась Максим Игоревич | генеральный директор (очно) |
| 1. Садртдинов Рустем Ирекович | финансовый директор (очно) |
| 1. Акимов Алексей Владимирович,  доктор физико-математических наук | научный директор РКЦ, руководитель Лаборатории квантовых симуляторов и интегрированной фотоники РКЦ-ФИАН (очно) |
| 1. Белотелов Владимир Игоревич,  профессор РАН, доктор физико-математических наук | руководитель научной группы «Магнитоплазмоника и сверхбыстрый магнетизм» РКЦ, доцент МГУ имени М.В. Ломоносова (очно) |
| 1. Рубцов Алексей Николаевич,  профессор РАН, доктор физико-математических наук | руководитель научной группы «Коррелированные квантовые системы» РКЦ, профессор Физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова (очно) |
| 1. Биленко Игорь Антонович,  доктор физико-математических наук | научный руководитель группы «Когерентная микрооптика и радиофотоника» (онлайн) |
| 1. Кавокин Алексей Витальевич,  доктор физико-математических наук | руководитель группы «Квантовая поляритоника» РКЦ, руководитель лаборатории оптики спина СПбГУ (онлайн) |
| 1. Чернов Александр Игоревич,  доктор физико-математических наук | научный руководитель группы «Квантовая спинтроника и магнитофотоника» (онлайн) |
| 1. Киктенко Евгений Олегович,  кандидат физико-математических наук | главный научный сотрудник РКЦ, старший научный сотрудник МИАН (очно) |
| 1. Лахманский Кирилл Евгеньевич,  кандидат физико-математических наук | руководитель научной группы квантовых вычислений на ионах кальция (очно) |
| 1. Николаева Анастасия Сергеевна,  кандидат физико-математических наук | старший научный сотрудник группы квантовых информационных технологий РКЦ, эксперт научного проекта лаборатории квантовых информационных технологий НИТУ МИСИС (очно) |
| 1. Семериков Илья Александрович,  кандидат физико-математических наук | заместитель руководителя научной группы «Прецизионные квантовые измерения» РКЦ, научный сотрудник ФИАН (онлайн) |
| 1. Шарапова Полина Родионовна,  кандидат физико-математических наук | научный руководитель группы «Мультимодовая квантовая оптика» (онлайн) |
| 1. Головизин Артем Алексеевич | руководитель научной группы РКЦ (очно) |
| 1. Гусева Олеся Валериевна | начальник отдела системного инжиниринга РКЦ (очно) |
| 1. Хворостова Светлана Сергеевна | менеджер проектов (онлайн) |
| 1. Чермошенцев Дмитрий Александрович | старший научный сотрудник (очно) |
| От Частного учреждения по цифровизации атомной отрасли «Цифрум» (Госкорпорация Росатом»), г. Москва | |
| 1. Косолапов Андрей Алексеевич | руководитель проектного офиса развития квантовых технологий (очно) |
| От Автономной некоммерческой организации «Цифровая Экономика», г. Москва | |
| 1. Ганеев Константин Альбертович | координатор (онлайн) |
| 1. Марушко Анастасия Юрьевна | координатор (онлайн) |
| 1. Петренко Ксения Антоновна | директор Проектного офиса ДК ВТН (онлайн) |
| От Открытого акционерного общества «Российские железные дороги», г. Москва | |
| 1. Смирнов Константин Владимирович,  доктор физико-математических наук | заместитель начальника Департамента квантовых коммуникаций (онлайн) |
| От Института физики микроструктур РАН — филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук», г. Нижний Новгород | |
| 1. Новиков Алексей Витальевич,  доктор физико-математических наук | заведующий лабораторией молекулярно-пучковой эпитаксии полупроводниковых гетероструктур отдела физики полупроводников ИФМ РАН – филиала ИПФ РАН (очно) |
| От Федерального государственного бюджетного учреждения  «Российская академия наук», г. Москва | |
| 1. Бузыканов Николай Олегович | советник президента РАН (очно) |
| 1. Мальцев Виталий Олегович | заместитель начальника Управления международного сотрудничества – начальник отдела международных организаций РАН (онлайн) |
| От Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт нанотехнологий микроэлектроники Российской академии наук, г. Москва | |
| 1. Тархов Михаил Александрович,  кандидат физико-математических наук | начальник лаборатории ИНМЭ РАН (очно) |
| От Федерального государственного бюджетного учреждения науки  Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова  Российской академии наук, г. Москва | |
| 1. Кошелец Валерий Павлович,  доктор физико-математических наук | главный научный сотрудник, заведующий лабораторией (онлайн) |
| От Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск | |
| 1. Попов Владимир Павлович,  доктор физико-математических наук | заведующий лабораторией физических основ материаловедения кремния (онлайн) |
| От Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт физики твердого тела Российской академии наук, г. Черноголовка Московской обл. | |
| 1. Храпай Вадим Сергеевич | заведующий лабораторией (очно) |
| От Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем передачи информации им. А.А. Харкевича Российской академии наук, г. Москва | |
| 1. Мартынов Геннадий Владимирович,  кандидат физико-математических наук | ведущий научный сотрудник (очно) |
| От Федерального государственного бюджетного учреждения науки Математический институт им. В.А. Стеклова Российской академии наук, г. Москва | |
| 1. Яшин Всеволод Игоревич | аспирант, стажёр-исследователь МИАН, младший научный сотрудник РКЦ (очно) |
| От Федерального государственного бюджетного учреждения науки  Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук,  г. Санкт-Петербург | |
| 1. Шубина Татьяна Васильевна,  доктор физико-математических наук | главный научный сотрудник (онлайн) |
| 1. Рахлин Максим Владимирович,  кандидат физико-математических наук | научный сотрудник лаборатории квантовой фотоники (онлайн) |
| От Отделения физико-технологических исследований им. К.А. Валиева НИЦ «Курчатовский институт», г. Москва | |
| 1. Богданова Надежда Александровна, кандидат физико-математических наук | старший научный сотрудник Отделения ФТИ им. К.А. Валиева НИЦ «Курчатовский институт», доцент НИУ МИЭТ (очно) |
| 1. Голышев Иван Константинович | инженер Отделения ФТИ им. К.А. Валиева НИЦ «Курчатовский институт», студент магистратуры НИУ МИЭТ (очно) |
| От Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук, г. Москва | |
| 1. Заливако Илья Владимирович | младший научный сотрудник ФИАН, научный сотрудник группы «Прецизионные квантовые измерения» РКЦ (очно) |
| От Федерального государственного учреждения «Федеральный научно-исследовательский центр «Кристаллография и фотоника» Российской академии наук», г. Москва | |
| 1. Ахманов Александр Сергеевич,  кандидат физико-математических наук | начальник управления РЦНИ ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН (очно) |
| От Технического комитета по стандартизации ТК 26 «Криптографическая защита информации», г. Москва | |
| 1. Денисенко Денис Витальевич | эксперт ТК 26 (очно) |
| 1. Никитенкова Марина Викторовна | эксперт ТК 26 (очно) |
| 1. Рудской Владимир Игоревич | эксперт ТК 26 (очно) |
| От Федерального государственного бюджетного научного учреждения Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, г. Москва | |
| 1. Толоконников Георгий Константинович,  кандидат физико-математических наук | научный сотрудник ФГБНУ ФНАЦ ВИМ (очно) |
| От Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений», г.о. Солнечногорск Московской обл. | |
| 1. Хромов Максим Николаевич,  кандидат физико-математических наук | заместитель начальника ГМЦ ГСВЧ по научной работе ФГУП «ВНИИФТРИ» (очно) |
| От Автономной некоммерческой образовательной организации высшего образования «Сколковский институт науки и технологий», г. Москва | |
| 1. Лагудакис Павлос | директор Центра фотоники и фотонных технологий, руководитель Лаборатории гибридной фотоники, Вице-президент по фотонике Сколтеха (очно) |
| 1. Палюлин Владимир Владимирович | руководитель лаборатории квантовых алгоритмов машинного обучения и оптимизации Сколтеха (очно) |
| От Научно-исследовательского института ядерной физики имени Д.В. Скобельцына Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, г. Москва | |
| 1. Соловьев Игорь Игоревич,  доктор физико-математических наук | ведущий научный сотрудник НИИЯФ МГУ (очно) |
| От Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)», г. Долгопрудный Московской обл. | |
| 1. Ливанов Дмитрий Викторович,  доктор физико-математических наук | ректор МФТИ (очно) |
| 1. Федоров Глеб Петрович,  кандидат физико-математических наук | старший научный сотрудник МФТИ, научный сотрудник искусственных квантовых систем РКЦ (очно) |
| От Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС», г. Москва | |
| 1. Салихов Сергей Владимирович,  кандидат физико-математических наук | первый проректор, доцент кафедры физического материаловедения (очно) |
| От Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Москва | |
| 1. Каргин Николай Иванович,  доктор технических наук | проректор, директор Института нанотехнологий в электронике (ИНТЭЛ) (очно) |
| От Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени  М.В. Ломоносова», г. Москва | |
| 1. Трифонов Артем Сергеевич,  кандидат физико-математических наук | старший научный сотрудник кафедры физики полупроводников и криоэлектроники Физического факультета, старший научный сотрудник Центра квантовых технологий Физического факультета (онлайн) |
| От Физического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», г. Москва | |
| 1. Крупенин Владимир Александрович, доктор физико-математических наук | ведущий научный сотрудник лаборатории «Криоэлектроника» Физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, ведущий научный сотрудник Центра квантовых технологий Физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова (очно) |
| 1. Шорохов Владислав Владимирович, кандидат физико-математических наук | доцент кафедры физики полупроводников и криоэлектроники Физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, ведущий научный сотрудник Центра квантовых технологий Физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова (очно) |
| От Центра квантовых технологий физического факультета  МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва | |
| 1. Страупе Станислав Сергеевич,  кандидат физико-математических наук | руководитель сектора квантовых вычислений Центра квантовых технологий Физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, руководитель научной группы РКЦ (очно) |
| Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский педагогический государственный университет» | |
| 1. Ожегов Роман Викторович,  кандидат физико-математических наук | ведущий научный сотрудник МПГУ, доцент МИЭМ НИУ ВШЭ, руководитель отдела ООО «Сконтел» (очно) |
| От Акционерного общества «Государственный научный центр Российской Федерации Троицкий институт инновационных и термоядерных исследований»,  г. Москва | |
| 1. Ежов Александр Александрович,  кандидат физико-математических наук | ученый секретарь АО «ГНЦ РФ Тринити» (очно) |
| 1. Мищенко Валентин Александрович | старший научный сотрудник АО «ГНЦ РФ Тринити» (очно) |
| От Акционерного общества «Наука и инновации» (Госкорпорация «Росатом»),  г. Москва | |
| 1. Мазилин Иван Владимирович,  кандидат технических наук | руководитель проектного офиса по развитию новых продуктов (очно) |
| От Акционерного общества «Научно-исследовательский институт молекулярной электроники», г. Москва, г. Зеленоград | |
| 1. Шарапов Андрей Анатольевич | научный сотрудник АО «НИИМЭ» (очно) |

# ПОВЕСТКА ДНЯ:

Академик РАН Красников Геннадий Яковлевич (Президиум РАН). Открытие заседания.

(1) очно д.э.н. Лихачев Алексей Евгеньевич (Госкорпорация «Росатом»). Вступительное слово.

(2) очно к.ф.-м.н. Солнцева Екатерина Борисовна (Госкорпорация «Росатом»). О работе Госкорпорации «Росатом» по координации развития квантовых вычислений в России в системе национальных проектов и ключевых целях проекта.

(3) очно член-корр. РАН Колачевский Николай Николаевич (ФИАН, РКЦ). О промежуточных итогах и выводах реализации дорожной карты развития высокотехнологичной области «Квантовые вычисления» в период 2020-2024 гг. О задачах, основных направлениях и научно-технических показателях дорожной карты в период 2025-2030 гг. О технологической карте проектов НИОКР в дорожной карте 2025-2030 гг. О поддерживающих технологиях, необходимых для реализации дорожной карты, и необходимости их использования.

(4) очно д.ф.-м.н. Ливанов Дмитрий Викторович (МФТИ). Об участии МФТИ в развитии квантовых вычислений в рамках дорожной карты «Квантовые вычисления».

(5) очно к.ф.-м.н. Салихов Сергей Владимирович (НИТУ МИСИС). Об участии МИСИС в развитии квантовых вычислений в рамках дорожной карты «Квантовые вычисления».

(6) очно профессор РАН, д.ф.-м.н. Федянин Андрей Анатольевич (МГУ имени М.В. Ломоносова, Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова). Об участии МГУ им. М.В. Ломоносова в развитии квантовых вычислений в рамках дорожной карты «Квантовые вычисления».

(7) очно д.ф.-м.н. Торопов Алексей Акимович (ФТИ им. А.Ф. Иоффе). Об участии ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН в развитии квантовых вычислений в рамках дорожной карты «Квантовые вычисления».

(8) очно к.ф.-м.н. Федоров Алексей Константинович (РКЦ). Прогресс в области разработки квантовых вычислительных устройств и перспективы для будущего: преодолевая скептицизм.

(9) очно академик РАН Горбацевич Александр Алексеевич (ФИАН, НИУ МИЭТ, АО «НИИМЭ»). Экспертное мнение Совета о проекте дорожной карты развития высокотехнологичной области «Квантовые вычисления» на период до 2030 г.

Выработка рекомендаций и решений по проекту дорожной карты развития высокотехнологичной области «Квантовые вычисления» на период до 2030 года. Подведение итогов заседания

(академик РАН Г.Я. Красников; академик РАН А.М. Сергеев;   
член-корр. РАН Е.Н. Николаев; член-корр. РАН А.В. Турлапов;   
профессор РАН, д.ф.-м.н. А.А. Федянин; д.ф.-м.н. О.В. Астафьев;   
д.ф.-м.н. Г.Н. Гольцман; д.ф.-м.н. С.П. Кулик; д.э.н. А.Е. Лихачев;   
д.ф.-м.н. А.А. Павлов; д.ф.-м.н. Н.В. Суетин; д.ф.-м.н. А.А. Торопов;   
д.ф.-м.н. В.И. Шевченко; к.ф.-м.н. В.Е. Велихов; к.т.н. И.А. Родионов;   
к.ф.-м.н. С.В. Салихов; к.ф.-м.н. Е.Б. Солнцева; к.ф.-м.н. А.К. Федоров)

1. В заседании Совета приняли участие 46 из 68 членов Бюро и членов Научного совета РАН «Квантовые технологии», а также 95 приглашенных ученых   
   и специалистов — всего 141 человек из 67 организаций и их подразделений. В обсуждении повестки дня участвовало 18 человек.
2. Во вступительном слове при открытии заседания председатель Совета, академик РАН Г.Я. Красников почтил минутой молчания члена Совета, советского   
   и российского физика, член-корреспондента РАН Устинова Виктора Михайловича (НТЦ Микроэлектроники РАН, 01.07.1958 – 25.09.2024 гг.). Определил повестку дня и регламент выступлений.
3. Д.э.н. А.Е. Лихачев (Госкорпорация «Росатом») выразил слова благодарности Президенту РАН академику РАН Красникову Г.Я., академику РАН Горбацевичу А.А., член-корр. РАН Колачевскому Н.Н., член-корр. РАН Красильнику З.Ф., Богданову Ю.И., Кулику С.П., Устинову А.В. и другим коллегам, в адрес отделений и институтов РАН и Российской академии наук в целом за многолетнюю экспертную поддержку; выразил надежду на дальнейшее расширение сотрудничества.

Об опыте первого этапа реализации дорожной карты развития высокотехнологичной области «Квантовые вычисления» (далее – Дорожная карта) в период 2020-2024 гг., созданном коллективе из более 600 высококвалифицированных ученых, распределенных по стране, в т.ч. вернувшихся из-за рубежа, 15 ведущих российских вузах и центрах, участвующих в этой работе, поддержке 30 лабораторий, 9 из которых созданы заново.

Об опыте работы на стыке взаимодействия МГТУ им. Н.Э. Баумана   
и ФГУП «ВНИИА», о специфике и дальнейших путях развития данных работ, связанных с закрытой тематикой, которые не являлись предметом Дорожной карты.

О благодарности в адрес высших учебных заведений, в которых открыты   
и реализуются образовательные программы по квантовым технологиям:   
НИЯУ МИФИ – бакалавриат, ЛЭТИ – магистратура, МФТИ – программа   
для бакалавров и магистров и ряд региональных вузов, на базе которых стартовали программы повышения квалификации учителей физики   
по квантовым технологиям, разработанные Госкорпорацией «Росатом».

О том, что подведение итогов реализации Дорожной карты периода 2020-2024 гг. будет представлено Российской академии наук в 2025 году.

О выполняемых Госкорпорацией «Росатом» в период 2020-2024 гг. в рамках реализации Дорожной карты трех функциях:

– государственная поддержка и функции бэк-офиса, обеспечивающего взаимодействие с органами власти и организациями. При всей сложности   
и неконкретности закупок, многочисленные проверки Счетной палаты Российской Федерации и иных контрольных органов приводят к результату,   
в котором отсутствуют юридически значимые претензии;

– пилотный проект по применению квантовых алгоритмов, которые, в т.ч.   
в сложных направлениях атомной отрасли, связанных с расчетом зон ядерных реакторов, с определением характеристик ядерного топлива и пр., могут быть применимы и создать определенное преимущество для экономии времени и денег как ключевых параметров конкурентоспособности;

– о росте показателя Дорожной карты от 2 кубит в прототипе квантового процессора в 2020 году до 50 кубит в 2024 году.

О необходимости в рамках перехода к следующему этапу развития видеть более объемную картину результатов, до 2036 года и далее определить вехи и состояния, к которым квантовая отрасль Российской Федерации должна прийти.

О проведенных совещаниях с участием в т.ч. Министра цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации Шадаева М.И.   
и президента РАН академика РАН Красникова Г.Я., по результатам которых сформулированы три принципа действия в рамках Дорожной карты периода 2025-2030 гг.:

1) научные достижения и технологический прорыв – найти метрики, состояния, которые позволят на каждом этапе больших периодов планирования и в рамках года понимать вместе с работающими лабораториями заметные достижения, приближающие Россию к лидерам квантовой гонки, в терминах научных открытий, технологических прорывов, создания того научно-технологического задела, которого на сегодняшний день в стране нет;

2) практическое применение – в 2029-2030 годах продемонстрировать квантовые вычисления не как модель, за которой интересно наблюдать и которую интересно изучать, а как работающий на практике образец. Госкорпорация «Росатом» готова предоставить свои отраслевые направления, которым необходимы высокие вычислительные скорости и мощности, для апробации;

3) общественное продвижение, общественная приемлемость – Президент Российской Федерации и Правительство Российской Федерации акцентируют внимание на необходимости предъявлять обществу, в т.ч. через СМИ, ощутимые и значимые результаты работы, в терминах общества, подчеркивающих позитивное влияние работы на технологический ландшафт страны, показывающих наше место и вес в мировой квантовой гонке. В части технического облика и коммерческого применения квантовых вычислений   
и квантовых алгоритмов много неопределенностей, развитие данной технологии нельзя сравнивать со строительством атомных электростанций, где результаты можно измерить в штуках, технологиях, в рублях, долларах. Многие параметры следующих состояний пока не ясны и будут проявляться, видимо, по ходу движения вперед – это надо определенным образом оговорить в рамках национального проекта «Экономика данных и цифровая трансформация государства», в Дорожной карте.

О том, что Дорожная карта с 2025 года является значимой частью нового федерального проекта «Перспективные исследования и прикладные разработки» национального проекта «Экономика данных и цифровая трансформация государства». О том, что деятельность по Дорожной карте в рамках федерального проекта будет разделена на этапы, которые будут верифицироваться не только   
с точки зрения научных знаний, но и бюджетного процесса, и участникам проекта необходимо будет отвечать за ряд аспектов государственной бюджетной дисциплины.

Об отсутствии в настоящее время инструментов инвестиционного процесса   
в части квантовых вычислений и алгоритмов, о текущей невозможности инвестировать в проект с расчетом на возврат инвестиций, доходность, т.е. пока это работа посевного характера без обязательств и паритетное с бюджетным софинансирование.

О необходимости в рамках нефинансовой части Дорожной карты совместно   
с Минобрнауки России сформулировать заказ на образование и подготовку высококвалифицированных кадров в области квантовых технологий, разработку и запуск образовательных программ, курсов, специальных дипломов и пр.

О необходимости совместно с РАН провести приоритизацию развиваемых технологических платформ квантовых вычислений и обеспечить разумную достаточность их количества в рамках имеющегося финансирования.

О необходимости формирования технологического заказа от квантового сообщества, формирования отдельного технологического направления как моста в индустриализацию.

О роли член-корр. РАН Колачевского Н.Н. в российском квантовом проекте.

О закрепленном за Госкорпорацией «Росатом» мероприятии в федеральном проекте «Перспективные исследования и прикладные разработки» по квантовой сенсорике и начале финансирования с 2026 года. О возможных технологических аспектах, параметрах в рамках ближайших лет, связанных с конкретными индустриальными измерениями (метрологией), применимостью инвестиционных проектов, привлечении финансовых организаций (банки, долгосрочные инвестиционные фонды). Об отсутствии утвержденной федеральной «дорожной карты» по квантовой сенсорике на сегодняшний день.   
О необходимости определения совместно с Российской академией наук траектории развития и позиции по образу результата, предусмотрев право   
на корректировку в соответствии с теми знаниями, которые будут появляться   
в ходе работы.

Об усложняющемся порядке организации и проведения экспертизы Дорожной карты, о целесообразности минимизации этапов экспертизы до взаимодействия   
с Российской академией наук. О предложении к Российской академии наук совместно с Госкорпорацией «Росатом» обратиться к Правительству Российской Федерации для организации двухтактной системы экспертизы: подготовленные Госкорпорацией «Росатом» с участием научного сообщества Дорожной карты отчеты представлять в РАН для подтверждения результатов и корректности выбранной траектории развития либо организации необходимых работ,   
и последующее представление Госкорпорацией «Росатом» консолидированной   
с РАН позиции в Правительство Российской Федерации.

Об опыте, полученном в рамках выполнения Дорожной карты периода   
2020-2024 гг., об организованном квантовом сообществе в России как главном результате работы, о созданных механизмах поддержки ряда лабораторий   
и направлений разных технологических платформ. О предстоящей серьезной академической работе в рамках Дорожной карты 2025-2030 гг. и необходимости совместного определения более дальних горизонтов.

1. К.ф.-м.н. Е.Б. Солнцева (Госкорпорация «Росатом») проинформировала о позиционировании мероприятий по развитию квантовых вычислений в системе управления национальными проектами в период 2020-2024 гг., которые реализуются в рамках федерального проекта «Цифровые технологии» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации»,   
   и в период 2025-2030 гг., реализация которых запланирована в рамках нового федерального проекта «Прикладные исследования и перспективные разработки» национального проекта «Экономика данных и цифровая трансформация государства». О составе проекта нового федерального проекта, включающего мероприятия (результаты) по квантовым вычислениям и квантовым сенсорам, закрепленным за Госкорпорацией «Росатом» как ответственным и главным распорядителем средств федерального бюджета; куратором федерального проекта является заместитель Председателя Правительства Российской Федерации – Руководитель Аппарата Правительства Российской Федерации Григоренко Д.Ю.; руководитель федерального проекта – заместитель Министра цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации Заренин А.А. Об общественно значимом результате федерального проекта   
   и ключевых задачах в рамках федерального проекта по квантовым вычислениям и квантовым сенсорам.

О том, что Дорожная карта будет являться основным инструментом выполнения результата (мероприятия) федерального проекта по квантовым вычислениям.   
О графике разработки проекта Дорожной карты на период 2025-2030 гг.   
и национального проекта «Экономика данных и цифровая трансформация государства». О наличии мероприятий по квантовым вычислениям и квантовым сенсорам в проекте федерального закона № 727320-8 «О федеральном бюджете на 2025 год и на плановый период 2026 и 2027 годов», одобрении проекта, указанного ФЗ в первом чтении Государственной Думы Федерального Собрания Российской Федерации, о запанированном на 14.11.2024 втором чтении.

О планируемых сроках и порядке дальнейшего согласования и утверждения федерального проекта и национального проекта, Дорожной карты.

1. Член-корр. РАН Н.Н. Колачевский (ФИАН, РКЦ) сообщил о ландшафте развития квантовых вычислений в России в период 2020-2024 гг., основных участниках развития квантовых вычислений, основных текущих результатах реализации Дорожной карты периода 2020-2024 гг. и сравнении с достижениями мировых лидеров.

Об общественно значимых результатах и необходимости развития и повышения востребованности квантовых вычислений. Об основных целях Дорожной карты   
на период 2025-2030 гг.: разработка отечественного квантового компьютера   
не менее 300 кубит, конкурентоспособного на мировом уровне; реализация кодов коррекции и методов подавления ошибок – создание логических кубитов; разработка квантовых алгоритмов, решающих прототипы полезных научных   
и индустриальных задач и полезные задачи ограниченного масштаба (квантовое машинное обучение, квантово-химическое моделирование, решение дифференциальных уравнений, оптимизация производства, моделирование лекарств и др.); разработка квантовых компьютеров для работы   
вне лабораторных условий (в условиях коммерческого использования,   
без поддержки научных команд) не менее 30 кубитов; разработка модульной (блочной) архитектуры квантовых компьютеров, включая развитие интерконнектов; к отечественному сервису расчетов на базе облачной платформы с использованием разработанных квантовых компьютеров подключено более 10 000 пользователей; формирование технологического базиса для масштабирования квантовых вычислителей на горизонте до 2036 года (определены перспективные платформы для масштабирования квантовых вычислителей, включая симуляторы, определены методы и технологии масштабирования, разработаны технологические архитектуры); развитие поддерживающих технологий для квантовых вычислений, разработка компонентов для квантовых вычислений и систем управления квантовыми устройствами.

О показателе в ГИИС «Электронный бюджет», связанном с развитием квантовых вычислений в период 2025-2030 гг., отражающем динамику роста количества кубитов в квантовом процессоре, аналогично периоду 2020-2024 гг.

Об основных технологических базах для реализации проектов по квантовым вычислениям в России, в т.ч. центр нанофабрикации Госкорпорации «Росатом» (ООО «СП «Квант»), Центр коллективного пользования МФТИ, ИНМЭ, Сколтех, МИЭТ, НОЦ «Функциональные Микро / Наносистемы» ФГУП ВНИИА   
и МГТУ им. Н.Э. Баумана.

О проведенной Госкорпорацией «Росатом» в рамках формирования проекта Дорожной карты работе по запросу предложений в адрес 47 российских вузов, научных центров и организаций, поступивших 44 заявках, в т.ч. по итогам акселерационной программы, проведенной Госкорпорацией «Росатом» в рамках Дорожной карты. О направлениях проектов: атомный компьютер, ионный компьютер, фотонный компьютер, сверхпроводниковый компьютер, спиновые кубиты, двумерные материалы (симулятор модели Хаббарда), поляритоны, симулятор атомный на бозонах, фермионах (симуляторы модели Хаббарда), симуляторы Машина Изинга, центры окраски в алмазе, алгоритмы, ПО   
и облачная платформа, продуктовые разработки. О результатах рассмотрения заявок на заседаниях Научно-технического комитета «Квантовые технологии» Госкорпорации «Росатом».

Об учете при проектировании проектов Дорожной карты замечаний, рекомендаций, предложений, полученных на предыдущих заседаниях Совета   
при рассмотрении вопросов по квантовым вычислениям.

О концепции квантового интерконнекта, заключающейся в разработке методов, инструментов и технологий объединения одиночных квантовых систем (ядер) для обмена информацией, в единую управляемую систему в интересах масштабирования многокубитных квантовых систем, в т.ч. квантовые межплатформенные и квантово-классические методы, с последующей разработкой систем управления большим количеством квантовых систем (ядер) из сотен кубитов, масштабированием аппаратного ресурса и ПО для решения полезных задач.

О концепции разработки и организации производства высококачественных и воспроизводимых малоразмерных (малокубитных) квантовых систем как минимальной единицы полноразмерного вычислителя. О концепции гибридных квантово-классических устройств для решения задач квадратичной бинарной оптимизации (QUBO), которые имеют высокую вычислительную сложность для больших систем, при этом широкие практические применения в таких сферах как составление расписания производственных процессов, логистика, финансы.   
Для решения таких задач могут подходить гибридные подходы, в которых часть вычислений делается классически, а часть – с помощью квантовых процессоров. Оптимизатор имеет модульную архитектуру: квантовая часть может обновляться при увеличении вычислительных возможностей квантовых сопроцессоров. Решение будет не хуже классического: параллельное сравнение с другими классическим и квантово-вдохновленными подходами. Квантовый подход к решению задачи уже опробован в рамках Дорожной карты периода 2020-2024 гг. в ходе демонстрации алгоритма fp-QAOA (алгоритм квантовой приближенной оптимизации). Дополнительным применением таких систем может быть генерация выборки распределений для обучения нейронных сетей.

О разработках в области квантовых алгоритмов, специализированного программного обеспечения и облачной платформы квантовых вычислений.   
Об участии в программе внедрения квантовых вычислений, в т.ч. квантовых алгоритмов в атомной отрасли.

О необходимости увеличивать количество кубитов и их качество, что приведет   
к росту квантового объёма, возможности запускать более сложные алгоритмы и решать более сложные задачи.

Об основных предлагаемых показателях (индикаторах) Дорожной карты – кубиты, логические кубиты, алгоритмические кубиты, вычислительные (полезные) кубиты, точность двухкубитных операций, квантовые алгоритмы.

Об условном разделении проектов Дорожной карты на пять групп:

* проекты масштабирования – основные платформы квантовых вычислений;
* устройства для квантовых вычислений, функционирующие вне лаборатории;
* квантовые алгоритмы и облачная платформа квантовых вычислений;
* квантовые симуляторы и перспективные платформы квантовых вычислений;
* поддерживающие технологии: компоненты для квантовых вычислителей (криогенный контроллер кубитов; невзаимные СВЧ компоненты на основе гибридных магнонных систем; детектирование состояний ионных кубитов на основе однофотонных детекторов; устройство временного маркирования сигналов с пикосекундным разрешением; источники одиночных фотонов, мультимодальный источник одиночных фотонов) и электронные модули, развиваемые «внутри» проектов (объемные и планарные ионные ловушки, лазерные излучатели (твердотельные, полупроводниковые), в т.ч. ультрафиолетового диапазона, быстродействующая управляющая электроника).

О проектах, включенных в проект Дорожной карты, предлагаемых к реализации в период 2025-2030 гг., без привязки к организациям (командам) – авторам заявок и без соотнесения с параметрами финансирования в проекте Дорожной карты   
до утверждения ФЗ о бюджете:

– масштабируемый атомный квантовый компьютер (атомы рубидия)   
с демонстрацией квантового регистра из 300-512 атомов, точностью двухкубитных операций не менее 99,8%, числом логических кубитов не менее 8;

– масштабируемый квантовый вычислитель на нейтральных атомах иттербия (потенциальные преимущества атомов иттербия – вспомогательные уровни для выполнения квантовых алгоритмов) из 500 – 1000 одиночных атомов, не менее 200 кубитов, с точностью двухкубитной операции не менее 0,95;

– квантовый симулятор на основе массива ультрахолодных атомов тулия   
для решения задач материаловедения и демонстрации квантового превосходства, с достижением не менее 10 тысяч атомов; исследование эффектов локализации электронов в системах с беспорядком;

– масштабируемый 100 кубитный ионный квантовый вычислитель (ионы иттербия), относящийся к классу т.н. NISQ (Noisy Intermediate Scale Quantum devices) компьютеров – шумных квантовых устройств промежуточного масштаба, где размер систем уже достаточно большой, чтобы показать нетривиальную физику, но еще не универсален, с переходом к использованию криогенных планарных ловушек, внедрением коррекции ошибок и созданием   
не менее 40 логических кубитов;

– масштабируемый 150-300 кубитный ионный квантовый вычислитель (ионы кальция) на планарной ионной ловушке, с разработкой концепции интерконнектов для объединения нескольких кубитных систем, количество полезных (вычислительных) и одновременно запутанных кубитов не менее 20;

– масштабируемый оптический квантовый вычислитель на основе фотонных чипов с коррекцией ошибок, числом кубитов не менее 80-100, 5-10 логических кубитов, демонстрацией реализации на них вычислительных алгоритмов   
и решения задач на бозонном сэмплере;

– масштабируемая архитектура квантового процессора на основе сверхпроводниковых кубитов с числом физических кубитов 49-100, 4 логических кубитов, 40 полезных (вычислительных) кубитов, реализацией интерконнекта   
и инженерного масштабирования, демонстрацией возможностей квантовых алгоритмов, интеграцией коррекции ошибок и решением практических задач индустрии;

– многокубитный сверхпроводниковый квантовый процессор на интегральных микросхемах для решения прикладных задач машинного обучения и квантового моделирования, с числом кубитов не менее 100, разработкой аппаратных алгоритмов, позволяющих решать задачи машинного обучения на чипе, созданием и исследованием устройств, работающих в режиме симуляторов,   
для задач квантовой оптики и квантового моделирования;

– масштабируемая архитектура для полупроводниковых квантовых процессоров на спиновых кубитах в 8-12 квантовых точках, с реализацией 2-4 высококачественных полупроводниковых спиновых кубитов, реализацией высококачественной технологии интерконнекта, реализаций базовых кубитных операций и связи кубит-интерконнект;

– многокубитный квантовый процессор с числом кубитов не менее 5 на основе манипуляции спином носителей заряда в Si и в его гетероструктурах с Ge   
и демонстрация выполнения на нем квантового алгоритма, с повышением точности выполнения одно и двухкубитных операций до уровня, превышающего порог поверхностного кода коррекции ошибок, с определением дизайна системы затворов и микромагнитов, позволяющего индивидуально управлять состоянием отдельного, произвольного кубита и обеспечивать его взаимодействие;

– твердотельная квантовая вычислительная платформа на основе управляемых затвором квантовых точек в кристаллическом кремнии (Si спиновые кубиты для универсальных квантовых вычислений) с количеством кубитов не менее 8, демонстрацией парных кубитных операций CNOT, квантовых операций (вентилей);

– опытный образец гибридного квантово-классического транспортируемого квантового компьютера на основе ионов иттербия в модульной архитектуре,   
с 30 кубитами и достоверностью двухкубитной операции не менее 0,95,   
с внедрением глубокой автоматизации установки для увеличения времени непрерывной работы, снижением требований к квалификации оператора, возможностью модернизации отдельных модулей по мере разработок (апгрейд);

– опытный образец гибридного квантово-классического вычислителя на основе ионов кальция, с количеством кубитов 20-50 и точностью двухкубитных операций 0,95, решающий отдельные задачи;

– опытный образец автономного гибридного квантово-классического атомного вычислителя на основе атомов рубидия из не менее 50 кубитов и точностью двухкубитных операций 0,99, в законченном продуктовом исполнении,   
с обеспечением автономной работы без постоянного вовлечения инженеров;

– опытный образец гибридного квантово-классического вычислитель на основе фотонов из не менее 20 кубитов и с точностью двухкубитных операций 0,95,   
в законченном продуктовом исполнении, с обеспечением автономной работы   
без постоянного вовлечения инженеров;

– развитие разработанного стека программного обеспечения для квантовых компьютеров с целью решения задач индустрии, включая разработку, реализацию и выполнение квантовых алгоритмов, в т.ч. для распределенных систем, разработку эффективных методов коррекции и подавления ошибок, разработку различных типов эмуляторов, в т.ч. для приближенного моделирования квантовых процессоров, разработку новых функциональных модулей облачной платформы, интеграцию в нее приложений (алгоритмов   
и методов коррекции ошибок, методов характеризации), обеспечение удаленного доступа (подключения) к квантовым эмуляторам и процессорам, при учете требований к безопасности, для внешних пользователей из различных областей науки и индустрии;

– разработка распределённых квантовых алгоритмов для решения задач квантовой химии, логистики и больших данных (машинного обучения)   
для квантовых вычислителей с большим числом кубитов и с интерконнектом,   
в том числе с алгоритмическим, разработкой приложений для кластера квантовых систем, соединенных интерконнектом;

– разработка и создание научно-прикладного программного обеспечения   
на основе квантово-классических гибридных нейронных сетей для решения прикладных задач по классификации изображений, с использованием российских эмуляторов квантовых вычислений и квантовых процессоров, при требовании   
к количеству кубитов не менее 20, с созданием программного обеспечения гибридной нейросети и пользовательского интерфейса, интеграцией программного решения с инфраструктурой квантовых компьютеров, пилотированием решений на прикладных кейсах;

– создание быстродействующего программного инструмента нахождения оптимальных решений с использованием имитационного моделирования – квантовая оптимизация при поиске проектных и управляющих решений   
в сложных системах методом имитационного моделирования, с решением практических задач с квантовым оптимизатором;

– о проектах в части перспективных технологических платформ квантовых вычислений: квантовый симулятор на основе ван дер Ваальсовых гетероструктур двумерных материалов для решения практических задач оптимизации   
и моделирования (модели Хаббарда); цифровой фермионный квантовый симулятор на основе атомов иттербия для проведения расчетов модели Ферми-Хаббарда, многоатомных молекул и оптимизационных задач; квантово-оптический симулятор на фотонах (Машина Изинга) для решения научно-практических и отраслевых задач комбинаторной оптимизации; поляритонная платформа для квантовых вычислений для симуляции гамильтонианов моделей Изинга и XY на основе когерентно связанных экситон-поляритонных конденсатов для решения оптимизационных задач; квантово-оптический вычислитель в базисе непрерывных переменных, способных проводить универсальные квантовые вычисления (кумоды) для решения прикладных задач; квантовый вычислитель на центре окраски в алмазе NV и ядерных спинов углерода-13 (С13) для решения практических задач.

Докладчик ответил на вопросы: кто сейчас в мире приобретает квантовые компьютеры; кто будет покупать наши квантовые компьютеры, если разработки ведутся с некоторым запозданием? В приведенном Вами перечне проектов некоторые позиции не поддержаны в связи с их возможной уместностью   
в Дорожной карте по квантовым сенсорам? Считаете ли Вы, что в Дорожной карте должна быть опция разработки совершенно оригинальных проектов, о которых не известно в мире? Могли бы Вы сформулировать хотя бы одну задачу с учетом требований по точности и количеству кубитов, в которой квантовые вычисления будут иметь неоспоримое преимущество? Что сдерживает рост названного Вами количества существующих алгоритмов квантовых вычислений, а также какой процент из него может быть реализован на квантовых компьютерах с ионными ловушками? Можно ли предусмотреть на одном из этапов обсуждаемой Дорожной карты приоритизацию той или иной технологии и ускорение работ в конкретном направлении с выходом на индустриальное решение? Есть ли возможность отдельно, вне обязательств по Дорожной карте, выделить и сформулировать ключевое направление и сформулировать индустриальный заказ от разработчиков и ученых-исследователей к технологам для заблаговременного планирования ресурсов по времени и финансированию на создание приборной, поддерживающей, сопровождающей квантовые решения цепочки; а также доведения решений на лабораторных столах до приборов для коммерческого и индустриального применения? Какими характеристиками обладают логические кубиты? Почему низкие показатели по двухкубитовым операциям? Почему целью является увеличение количества кубит, а не точности? Почему не упомянут квантовый объем? Ставится ли задача в Дорожной карте по разработке интерфейсов и алгоритмов для интеграции квантовых частей в классические системы? Планируются ли к обсуждению основные и специфические параметры различных платформ квантовых вычислений для обеспечения практической значимости вычислителей? Планируется ли, как это и реализуется во всем мире, внедрение квантовых ускорителей   
в суперкомпьютерных центрах?

1. Д.ф.-м.н. Д.В. Ливанов (МФТИ) поблагодарил генерального директора Госкорпорации «Росатом» А.Е. Лихачева и коллег за организацию реализации крупномасштабного проекта дорожной карты развития высокотехнологичной области «Квантовые вычисления» и профессиональное управление проектом.

Высказан ряд замечаний, критикующих организацию управления проектом, предложения оптимизировать систему управления проектом, включающую всех участников и обеспечивающую открытое, профессиональное обсуждение.   
О проблемах, связанных с доступом к высокотехнологичному оборудованию,   
без обновления и поставок которого ключевым участникам проекта, особенно   
в сверхпроводниковом направлении, движение вперед на требуемой скорости невозможно.

О планируемых до конца 2024 года испытаниях 16 кубитного сверхпроводникового квантового процессора, а в 2026 году – 32 кубитного процессора. О развиваемом направлении алгоритмов квантовых вычислений, прежде всего алгоритмов квантового машинного обучения на разрабатываемых квантовых процессорах. Это дает уверенность в том, что практический выход   
и практическая значимость этих результатов будет очевидной не позже,   
чем в 2026-2027 гг.

О предложении обсудить организацию работы по сверхпроводниковому направлению, в котором ключевой технологией является литография, чтобы участниками НИОКР в данной области были МФТИ и МГТУ им. Н.Э. Баумана, обладающие в полной мере всем стеком литографических технологий.   
О необходимости объединения компетенций, согласованной работы   
и концентрации усилий для получения требуемого результата в установленные сроки в условиях ограниченности ресурсов.

Докладчик ответил на вопрос по постановке проекта по реализации электронного луча.

1. К.ф.-м.н. С.В. Салихов (НИТУ МИСИС) сообщил, что НИТУ МИСИС является одним из немногих центров, в котором есть компетенции и ведутся работы   
   по всем трем направлениям в области квантовых технологий: квантовые вычисления (на сверхпроводниковой платформе), квантовые сенсоры   
   и квантовые коммуникации. Поддержал озвученные другими выступающими тезисы о принципиальной важности вопроса, касающегося доступа   
   к высокотехнологичному оборудованию в условиях внешних санкций,   
   при которых не удалось решить проблему с электронным литографом.   
   О том, что в рамках программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030» (утверждена постановлением Правительства Российской Федерации от 13.05.2021 № 729) МИСИС самостоятельно оснастил порядка   
   500 кв. м технологической инфраструктуры университета для решения задач   
   в рамках Дорожной карты, включая 250 кв. м «чистых помещений».

В настоящее время в МИСИС есть практически вся инфраструктура для создания сверхпроводящих кубитов, как трансмонов, так и флаксониумов, за исключением литографического оборудования. Выстроены устойчивые кооперационные связи, в предыдущий период прежде всего с Центром коллективного пользования (далее – ЦКП) МФТИ; все результаты по трансмонной платформе – это разработки МИСИС, которые произведены в ЦКП МФТИ.

О сложностях в приеме заказов МИСИС в ЦКП МФТИ и МГТУ им. Н.Э. Баумана, о продуктивном в логистическом и организационном плане сотрудничестве   
с ИНМЭ РАН, необходимости отдельно коллективно обсудить вопросы, связанные с электронной литографией, в т.ч. по закупке литографа и объединения усилий с МФТИ и МГТУ им. Н.Э. Баумана по созданию общего литографического центра.

О функционировании Института физики и квантовых технологий МИСИС, задачах как в области создания и увеличения количества кубитов, так и решения конкретных вычислительных задач. О предложении в Дорожной карте периода 2025-2030 гг. пойти по пути создания универсального квантового процессора   
для решения задач и последующей отладки в течение года, решения   
и тестирования квантового процессора с конкретными алгоритмами. О планах сосредоточиться на флаксониумовом направлении сверхпроводниковой платформы как более перспективной по точности вычислений и по времени когерентности кубитов.

Высказал мнение, что если удастся решить проблему, связанную с дооснащением криостатами и литографическим оборудованием, то получится не только достичь планируемых параметров Дорожной карты, но и создать конкурентоспособную базу с учетом всех возможных коопераций для решения поставленных задач.

Отметил тесное сотрудничество с сотрудниками Госкорпорации «Росатом»   
в рамках реализации Дорожной карты, в т.ч. с директором по цифровизации Солнцевой Е.Б., выразил уверенность в успешности совместного определения оптимальных решений по озвученным предложениям.

Докладчик ответил на вопросы: насколько обосновано значение именно   
в 100 кубит; сколько каналов планируется использовать, сколько каналов используется в настоящее время; какова цена одного канала? Показанные Вами результаты по флаксониумам достигнуты в 2020 г. в рамках проекта РНФ; имеются ли новые результаты? Как планируется продолжение работ в условиях дефицита высококвалифицированных кадров? Учитываете ли Вы, что   
в продолжении работ МФТИ разработал флаксониумы с временем жизни 280 мкс, а позже ООО «СП «Квант» признал это направление нецелесообразным?

1. Профессор РАН, д.ф.-м.н. А.А. Федянин (МГУ имени М.В. Ломоносова, Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова) в своем выступлении отметил три ключевых тезиса:

1) О позитивной оценке реализации Дорожной карты в период 2020-2024 гг.,   
за который в ландшафте российской науки появилось несколько десятков довольно мощных лабораторий, научных центров, научно-образовательных центров, которые активно ведут исследования в области квантовых вычислений. Важно, что к выполнению проектов по квантовым вычислениям подключились не только Госкорпорация «Росатом» и другие хозяйственные индустриальные партнеры в рамках Дорожной карты, но и Фонд перспективных исследований, Российский научный фонд и пр. Это означает, что посевное финансирование оказалось полезным, поскольку позволило выявить несколько лидирующих направлений, которые, по-видимому, нужно дальше поддерживать.

В МГУ им. М.В. Ломоносова в 2017 году сконцентрированы усилия и создан межкафедральный квантовый центр, который базируется на научных школах МГУ по квантовой оптике, квантовой электронике, лазерной физике, наноэлектронике. За последние 6 лет в указанном центре удалось сконцентрировать усилия и нарастить компетенции по трем основным направлениям квантовых технологий: квантовые вычисления, квантовые коммуникации, квантовые сенсоры. Запущены новые образовательные программы по квантовым технологиям, подготовлены десятки молодых специалистов. Дорожная карта периода 2020-2024 гг. выполнила свою роль.

2) Дорожная карта в период 2025 – 2030 гг. должна быть более приоритизирована, время посевных работ заканчивается, поэтому в терминах организации научных работ необходимо говорить о переходе от этапа НИР к ОКР, т.е. концовкой работ в рамках проектов должна быть технология или продукт.

В случае создания проектного офиса по федеральному проекту, в рамках которого будет обеспечено финансирование реализации Дорожной карты   
в 2025-2030 гг., высказал мнение разместить этот проектный офис в РАН   
или организовать возможность влияния РАН в рассмотрении организационных, научных и финансовых процессов в рамках следующего этапа Дорожной карты.

3) О готовности МГУ им. М.В. Ломоносова двигаться в период 2025-2030 гг.   
в рамках Дорожной карты, о достоинстве университетских лабораторий   
как гибких структур, которые могут быстро решать различные, интересные посевные задачи. Об ограниченности формата лабораторий в вузах и центрах,   
на базе которых выполняется комплекс НИОКР, о движении в сторону создания сетевой структуры совместно с ФИАН им. П.М. Лебедева РАН, объединении усилий, компетенций и накопленной экспертизы МГУ им. М.В. Ломоносова   
в области нейтральных атомов с экспертизой ФИАН им. П.М. Лебедева РАН   
в области ионной платформы, с последующим выходом на сетевой научно-образовательный центр.

Докладчик ответил на вопрос: Ваши проекты учтены в Дорожной карте?

1. Д.ф.-м.н. А.А. Торопов (ФТИ им. А.Ф. Иоффе) сообщил о компетенциях ФТИ им. А.Ф. Иоффе в области физики и технологии полупроводников, мировой уровень которых подтверждается современными Нобелевскими премиями, полученными академиком РАН Ж.И. Алферовым за разработку полупроводниковых гетероструктур и создание быстрых опто- и микроэлектронных компонентов, д.ф-.м.н. А.И. Екимовым за открытие и синтез квантовых точек. Указанные технологии определяют роль ФТИ им. А.Ф. Иоффе в рамках Дорожной карты   
   в разработке элементной базы. В первую очередь, это элементная база фотонной платформы и разработка однофотонных источников. Для любого фотонного квантового процессора однофотонный источник – это сердце прибора и его параметры определяют характеристики всего процессора, всего фотонного квантового компьютера и в частности заложенные показатели Дорожной карты. Число кубитов определяется напрямую эффективностью такого источника, т.е. частотой излучения фотонов, такой параметр как точность двухфотонных операций напрямую определяется степенью неразличимости тех фотонов, которые излучаются этим прибором.

На стартовом этапе работы технологическое отставание от ведущих групп в мире было порядка 15 лет, при этом такие технологии развиваются в течение долгих лет, поскольку технология сложная. К настоящему времени удалось догнать   
и фактически ликвидировать это отставание, что является основным достижением в рамках текущей Дорожной карты. Приборы, которые сейчас разрабатываются и технологии, которые сейчас развиты, находятся на уровне лучших мировых достижений.

Дорожная карта на период 2025-2030 гг. ставит новые задачи. Первая задача – практическое использование результатов. В этом направлении планируется доведение имеющихся технологий до возможного совершенства, исследование до стадии ОКР, изготовление уже законченных продуктов. Цель – делать сердце прибора на основе квантовых точек и микрорезонаторной гетероструктуры, доведя ее до полного возможного совершенства. Вторая задача более сложная – в области прорывных исследований. Здесь планируется разработка фотонного квантового компьютера с коррекцией ошибок и есть хорошее понимание, что тот источник фотонов, который вполне удовлетворяет современным задачам,   
в будущем будет недостаточен. Требуется развивать и придумывать что-то новое, и хорошо понятно сейчас, чем это новое должно быть. Современный источник – это одна мощная квантовая точка, которая излучает поток фотонов, а в новой парадигме, которую предлагается использовать в Дорожной карте в период   
2025-2030 гг. – это использование большого числа интегрированных, достаточно маломощных источников фотонов. На данный момент у ФТИ им. А.Ф. Иоффе есть задел в этой области, имеется лаборатория. Высказал мнение, что это действительно потенциальный прорыв, который выходит за рамки квантовых вычислений и также нужен в рамках развития квантовых коммуникаций и любой интегральной фотоники, которая развивается в России.

О важности финансирования, поскольку технология очень дорогая, а опора   
в работе в существенной степени строится на материально-технической базе.

Докладчик ответил на вопросы: какая технология применяется — молекулярно-лучевая эпитаксия или химическое осаждение из газовой фазы? Участвуете ли в работах по однофотонному приемнику?

1. К.ф.-м.н. А.К. Федоров (РКЦ) представил обзор достижениям в области квантовых вычислений, включая новые алгоритмы для квантовых вычислителей и эксперименты по кодам коррекции ошибок, в котором в т.ч. описаны эксперименты по реализации логических кубитов с использованием сверхпроводниковой, атомной и ионной платформ квантовых вычислений. Представил комментарии к статье «Will we ever have a quantum computer?[[1]](#footnote-1)» М.И. Дьяконова (Университет Монпелье, Франция; ФТИ им. А.Ф. Иоффе, Россия), который считает вероятность создания такого устройства в физическом мире сомнительной и отмечает, что для полезной машины количество контролируемых непрерывных параметров должно быть настолько большим, что задача становится практически невыполнимой.

В своем докладе Федоров А.К. также отметил реализацию квантовых алгоритмов с конечной точностью, возможности коррекции ошибок, вопросов параметризации квантовых состояний, а также физических моделей квантовых вычислений. Показана возможность реализации квантовых алгоритмов   
с конечной точностью и без необходимости управления экспоненциально сложным квантовым состоянием. Отдельно рассмотрен прогресс в области квантовых алгоритмов для факторизации чисел, включая, помимо алгоритма Шора, вариационные квантовые алгоритмы. В частности, показаны результаты эксперимента по квантовой факторизации с помощью вариационных квантовых алгоритмов.

Докладчик ответил на вопросы: как запланированный образец результата к 2030 г. в части полезности и применимости квантовых технологий описать конкретными численными параметрами и метриками (время расчета, энергопотребление и др.)? Можно ли сейчас сформулировать задачу не только с известными сроками, но и с производственными системами, в отношении которых она будет решена? Почему в Дорожной карте отсутствуют методы смягчения ошибки по каждому подходу, а также динамика развития алгоритмов, в т.ч. алгоритмов для куквартов, квантово-вдохновленных алгоритмов?

1. Академик РАН А.А. Горбацевич (ФИАН, НИУ МИЭТ, АО «НИИМЭ») сообщил, что в представленных в Совет материалах, а также в ходе обсуждения в целом высказана положительная оценка деятельности Госкорпорации «Росатом»   
   и коллективов исполнителей при сохранении скепсиса у отдельных членов Совета относительно перспектив создания универсальных квантовых компьютеров и достижения квантового превосходства. Сформулировал ряд замечаний и предложений от членов Бюро Совета и Совета, рекомендованных   
   к учету при уточнении содержания и параметров Дорожной карты. Отметил перспективность развития направления реализации помехоустойчивых квантовых вычислений на базе топологических кубитов.
2. Член Совета, член-корреспондент РАН А.В. Турлапов выразил особое мнение. Член Совета, к.т.н. И.А. Родионов предложил по каждой из реализаций для каждой из платформ сформулировать облик макетов с оценкой стоимости и приоритизировать их. Член Бюро Совета, д.ф.-м.н. С.П. Кулик предложил приоритизировать в Дорожной карте направление по созданию отечественных фабов в связи с необходимостью изготовления образцов по каждой из платформ. Член Совета, д.ф.-м.н. А.А. Павлов предложил заложить в Дорожную карту средства для капитальных вложений с целью готовности производства к 2030 г.
3. В заключительном слове председатель Совета, академик РАН Г.Я. Красников поблагодарил авторов за предоставленные доклады и их обсуждение, выразил уверенность в интеграции усилий организаций и предприятий в части квантовых вычислений.

# РЕШИЛИ:

1. Поддержать цели, задачи и ожидаемые результаты дорожной карты развития высокотехнологичной области «Квантовые вычисления» на период до 2030 года. Поддержать выбранные основные научно-технологические направления   
   по развитию квантовых вычислений в рамках Дорожной карты.
2. Одобрить представленный Госкорпорацией «Росатом» проект актуализированной дорожной карты развития высокотехнологичной области «Квантовые вычисления» на период до 2030 года без учета указанных в проекте дорожной карты параметров финансирования.
3. Отметить информацию Госкорпорации «Росатом» о том, что параметры финансирования в представленном проекте дорожной карты приведены   
   для сведения, а научно-технологические показатели (индикаторы, проекты, состав направлений) могут быть скорректированы с учетом утверждения итоговых объемов финансирования на период 2025-2030 гг. (2025-2027 гг.).
4. Рекомендовать Госкорпорации «Росатом» учесть следующие замечания   
   и предложения в следующей версии проекта дорожной карты развития высокотехнологичной области «Квантовые вычисления» на период до 2030 года:

1) уточнить основные индикаторы, касающиеся не только количества кубитов, но и конкретных параметров разрабатываемых квантовых устройств относительно возможности решения задач, представляющих практический интерес, а также экономические показатели и полезность; указать конкретные физические модели и алгоритмы, аналогично приведенным для квантовых симуляторов;

2) привести более детальное описание планов работ по реализации и проверке логических кубитов, включая указание их параметров и повышение точности,   
а также математических методов смягчения ошибок;

3) указать для квантовых симуляторов (где не указано): текущее состояние мирового уровня, пути достижения квантового превосходства и его экономическое преимущество;

4) добавить работы по созданию стека общесистемного программного обеспечения для использования квантовых ускорителей в составе высокопроизводительных вычислительных систем (суперкомпьютеров), поскольку отсутствие такого стека может вызвать дополнительное отставание   
и не позволит использовать потенциальные преимущества квантовых вычислительных технологий;

5) в связи с запланированными значительными вложениями в приборно-технологическое оборудование обозначить ожидаемые результаты по вкладу дорожной карты в повышение уровня развития высоких технологий Российской Федерации, в частности, в создание новой элементной базы: например, использование сверхбыстродействующих сверхпроводниковых однофотонных детекторов перспективно не только в рамках сверхпроводниковой платформы,   
но и в ионных и атомных квантовых компьютерах;

6) обосновать наличие показателей по подготовке кадров, непосредственно не связанных с финансированием в рамках дорожной карты, а также отразить связь между общим дефицитом квалифицированных кадров и проблемами преподавания физики в школьном образовании;

7) предусмотреть регулярные мероприятия по коррекции дорожной карты: приоритизацию работ, возможность включения новых работ и исключения работ, дальнейшее финансирование которых признано нецелесообразным;

8) уточнить типы полупроводниковых кубитов: не только спиновые,   
но и зарядовые;

9) более тщательно проработать вопросы приборно-технологического обеспечения и эффективности использования имеющегося оборудования;

10) выполнить детализацию разрабатываемых алгоритмов и сравнение квантовых с развитыми классическими алгоритмами.

1. Подготовить совместный доклад Госкорпорации «Росатом» и Российской академии наук в Правительство Российской Федерации с предложением   
   о консолидации всей экспертизы по дорожной карте «Квантовые вычисления»   
   на базе Российской академии наук, исключив экспертизу на других площадках (органах, организациях).
2. Считать решения по проекту дорожной карты, принятые на настоящем заседании Научного совета РАН «Квантовые технологии» (45 голосов «за», 1 голос «против», без воздержавшихся), также результатами экспертизы (экспертным заключением) соответствующего Экспертного совета РАН по направлению «Квантовые вычисления» для целей выполнения положений вышеуказанных порядка и регламента, и рекомендовать их в т.ч. к учету при рассмотрении материалов президиумом Экспертного совета и Комитета по высокотехнологичным направлениям «Квантовые вычисления»   
   и «Квантовые коммуникации».

Приложение: комментарии Госкорпорации «Росатом» по пункту 4 решений настоящего протокола, полученные после заседания Совета, на 9 л.

Ученый секретарь Совета,

к.т.н. О.А. Тельминов

1. Перевод: «Будет ли у нас когда-нибудь квантовый компьютер?». [↑](#footnote-ref-1)