



GOUVERNEMENT

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Национальная стратегия в области квантовых технологий



САКЛЕ 21 января
2021 г.



Резюме

Квантовый: технологический "большой взрыв"	5
Социально-экономические последствия	6

Лучше лечить себя.....	6
Лучше кормить себя.....	6
Лучше бороться с изменением климата и его последствиями	
7 Лучше предвидеть стихийные бедствия	7
Лучше двигаться	8
Лучше производить.....	8
Лучше защитить себя от угроз безопасности коммуникаций	9
к конфликтам завтрашнего дня	9

Сильные стороны Франции в гонке за универсальным квантовым компьютером	10
--	----

Квантовая стратегия: 5 лет, чтобы вывести Францию в мировой первый круг.....	11
Ключевые цели	12
Ключевые цифры.....	12
Сводная информация о финансировании	
Разработка и распространение практики использования тренажеров и ускорителей NISQ [352 млн€]	13
Разработка квантового компьютера в масштабе LSQ [432 м€]	15
3. Разработка технологий и применений квантовых датчиков [258 млн€]	16
4. Разработка предложения по постквантовой криптографии [156 Млн€]	17
5. Разработка систем квантовой связи [325 млн€]	18
6. Разработка конкурентоспособного предложения вспомогательных технологий [292 Млн€]	19
Поперечное структурирование экосистемы	20
Возможности для международного сотрудничества	
21 Реализация	22
Основные события в национальной квантовой экосистеме за последние 6 месяцев	23
Следующие звонки в проекты / 1 ^{ое} семестр 2021.....	25

Editorial



Эммануэль Макрон
Президент
Французской Республики

Квантовые технологии проецируют нас во Францию 2030 года, которую мы создаем в рамках программы возрождения Франции и инвестиций в будущее: мир, в котором производительность компьютеров будет молниеносной, а чувствительность датчиков - экстремальной, мир, в котором мы сможем очень быстро определить лекарство от патогена, смоделировать молекулы и многое другое. расшифровывайте сообщения, которые сегодня невозможно расшифровать, и общайтесь совершенно безопасным способом. Назревает новая технологическая революция, и Франция примет в ней самое активное участие. Чтобы стремиться высоко, наши взгляды должны быть устремлены далеко. Если при преодолении кризиса в области здравоохранения важна оперативность действий, то глубинные силы страны формируются, как минимум, годами, если не десятилетиями. Этот длительный период научной работы, это ожидание, необходимое для открытий и экспериментов, лежит в основе нашей инвестиционной политики в области исследований и технологических разработок.

Сегодня у Франции есть все ключи, чтобы открыть двери для квантовых инноваций. Превосходство нашей научной традиции очевидно. Качество наших тренингов. Талантливые женщины и мужчины. Научная, предпринимательская и промышленная экосистема в полном разгаре. Актеры, которые наводят мосты между своими навыками, которые делают их сильнее. На самом деле, в гонке за этими новыми технологиями мы занимаем очень хорошее место. И мы снова будем форсировать темп.

Квантовая стратегия Франции даст большой

ускорение

обучения, научных исследований и технологических экспериментов при одновременном укреплении производственных цепочек. С помощью этого плана мы намерены прочно закрепить Францию в первом круге стран, освоивших квантовые технологии. Речь идет не о чем ином, как о завоевании нашего суверенитета в этой технологической области, которая будет определять будущее.

Этот импульс сопровождается ответственностью, которую мы несем с чистой совестью, за то, чтобы эта квантовая революция принесла пользу общему благу, поскольку она полна обещаний на будущее, для нашего здоровья, нашей безопасности, наших коммуникаций. Таким образом, Франция, пионер исследований в этой области, дает себе все шансы воспользоваться открывающимися перед ней технологическими возможностями. Эта стратегия, которая представляет собой совокупное обязательство в размере 1,8 млрд евро, потребует от государства совокупных усилий в размере почти 1 млрд евро к 2025 году, и включает европейское и промышленное финансирование. Помимо этой мощной национальной динамики, Франция будет стремиться привлечь другие европейские страны, включая Германию и Нидерланды, к общему горизонту, стремясь сделать Европу мировым центром притяжения квантовых технологий.

В разгар этого кризиса я глубоко убежден, что мы должны действовать, думать, искать как исследователи, изобретатели, первопроходцы, продолжая великую европейскую эпопею научного духа. У нас есть все основания в это верить.

Editorial



Флоренс Парли

Министр вооруженных сил



Бруно Ле Мэр

Министр экономики,
финансов и экономического
возрождения



Фредерик Видаль

Министр высшего
образования,
исследований и инноваций



Седрик О

Государственный секретарь по цифровым технологиям

В контексте глобального стимулирования Франция может и должна позиционировать себя на переднем крае технологий, которые создадут мир завтрашнего дня. Благодаря беспрецедентной депортации, о которой они заявляют, квантовые технологии представляют собой как угрозу, так и возможность.

Несмотря на то, что первые приложения по-прежнему требуют реализации, они позволяют нам увидеть огромные возможности компьютеров, сетей связи и квантовых датчиков, владение которыми дало бы стратегическое преимущество, о котором часто мечтают с точки зрения "превосходства", но тем не менее вполне реально для государств, которые бы им обладали. и стал бы мощным источником энергии. асимметрия во всех многосторонних областях.

Это запредельный масштаб проблемы суверенитета, с которой мы сталкиваемся, и которую Франция решила решить с помощью своей квантовой стратегии. Опираясь на наследие стремления к совершенству в этой области, благоприятную промышленную экосистему и энтузиазм предпринимателей, эта стратегия дает средства и здравый смысл в долгосрочной перспективе многочисленным участникам этого сообщества, чтобы закрепить и закрепить Францию в первом круге квантовых держав.

Это будет увлекательное научное и интеллектуальное приключение, в результате которого на стыке физических, компьютерных и математических наук возникнет новая дисциплина, которой предстоит преодолеть множество концептуальных и технических препятствий на границах нашего владения материей. Это также будет структурирующее технологическое и промышленное путешествие , лежащее в основе действий, которые мы будем предпринимать в течение следующих 5 лет, с постоянной целью создания экономической ценности , устойчиво поддерживаемой всей отраслью промышленности, талантами, которые мы будем обучать, и новыми рабочими местами, которые появятся в результате.

Мы будем всеми силами поддерживать этот импульс, плодотворную европейскую динамику, и пусть квантовые технологии войдут в список основополагающих достижений нашей общей истории, чтобы он способствовал созданию когда мы будем настроены на лучшее.

Квантовый : технологический "большой взрыв"

Сокращение времени вычислений в миллиард раз, которое

квантовые компьютеры принесут в ближайшие 5-10 лет, является серьезным технологическим прорывом. промышленность получит выгоду от новых инструментов моделирования и оптимизации, оказывающих существенное влияние на общество, особенно в области здравоохранения, окружающей среды или энергетики, благодаря возможности динамического моделирования процессов и их действия, открывающих новую эру в химии, или точного прогнозирования распространения эпидемий. или системно оптимизировать трафик в режиме реального времени. Кроме того, технологии сверхохлаждения атомов позволят превзойти точность наших атомных часов, а квантовые датчики перевернут с ног на голову наши будущие поля сражений, предлагая новые функции навигации без спутников или даже новые возможности обнаружения.

Квантовые технологии представляют собой важные проблемы конкурентоспособности и суверенитета, и завтра мы столкнемся с трудностями, если в конечном итоге у нас не будет собственных технологических возможностей в этой области или если мы не адаптируем наши инструменты к этим новым реалиям. Мощь квантовых компьютеров позволила бы, например, тем, кто извлекает выгоду из этого первым и намеревается это сделать, в одностороннем порядке взломать ключи шифрования, которые сегодня являются неприкосновенными, особенно те, которые основаны на протоколе шифрования RSA, который используется, например, для наших безопасных платежей по картам. Вот почему крайне важно защитить себя от такого рода угроз с помощью соответствующих криптографических мер и проверить их надежность с помощью наших собственных квантовых вычислительных средств .

Квантовые технологии и компьютеры предоставят в среднесрочной перспективе определенное стратегическое преимущество экономическим субъектам, которые ими воспользуются. Что касается вопросов экономического роста и суверенитета, то, подобно ведущим мировым державам, Соединенным Штатам, Китаю, Соединенному Королевству или Германии, сегодня мы разрабатываем амбициозную национальную программу: Франция может воспользоваться возможностями квантовых технологий и стать мировым лидером в этой области.

Сегодня Франция обладает основными преимуществами, позволяющими зарекомендовать себя в качестве крупного научного и промышленного конкурента в области квантовых технологий, в частности, благодаря историческому позиционированию своих исследований в различных ключевых технологических блоках, начиная от компонентов и заканчивая использованием, а также ее промышленными предшественниками и динамичной экосистемой стартапов.

Опираясь на эти сильные стороны, квантовая стратегия должна позволить Франции войти в первый круг стран, освоивших квантовые технологии. Эта стратегия носит системный характер и направлена на обогащение и подтверждение наших возможностей в области науки и технологий, а также в цепочках создания стоимости в промышленности, развитие человеческого капитала или прогнозирование потребностей в квалифицированных кадрах для этих рынков путем постепенного удвоения числа специалистов к 2025 году, чтобы гарантировать и поддерживать нашу независимость в этой технологической области, которая будет определять будущее.

Социально-экономические последствия

Лучше лечить себя



В то время, когда суперкомпьютеры по всему миру мобилизованы на поиск подходящего лекарства от коронавируса, квантовые компьютеры могут стать одним из самых мощных инструментов, когда-либо созданных для борьбы с кризисами в области здравоохранения, что позволяет идентифицировать, что позволит очень быстро найти лекарство от пагубного агента. Уже сегодня несколько квантовых стартапов, в том числе некоторые во Франции, разрабатывают гибридные программные решения между суперкомпьютерами и квантовыми компьютерами для

откройте для себя новые методы лечения. С помощью квантового компьютера мы сможем проводить расширенное моделирование и, таким образом, разрабатывать лекарства уже не эмпирическим, а определенным образом. Квантовые компьютеры также могут обеспечить аналитическую мощность, необходимую для прогнозирования распространения патогена до того, как он перерастет в эпидемию.

Лучше кормить себя

Азотфиксирующий процесс "Хабер-Босх" для производства удобрений на основе аммиака, появившийся на рынке в 1913 году и используемый до сих пор, внес большой вклад в искоренение голода в развитых странах. Тем не менее, при использовании экстремальных условий температуры и давления этот процесс остается очень энергоемким.

На протяжении десятилетий химики пытались повысить энергоэффективность этого процесса. Обладая способностью эффективно моделировать физические и химические взаимодействия на атомном уровне, квантовые компьютеры могут помочь в определении эффективного биоинженерного катализатора для производства аммиака при нормальных условиях температуры и давления. Исследования, проведенные по этой теме, показали, что квантовому компьютеру с несколькими сотнями кубитов потребуется всего один час вычислений, чтобы решить эту проблему. Это может быть достигнуто в ближайшие годы. При том, что 3% мирового производства природного газа используется для процесса Хабера-Боша, мы ежегодно тратим 11 млрд евро на природный газ и выделяем 7,6 млн тонн углекислого газа для производства аммиака для производства удобрений. Помогая снизить затраты энергии на производство удобрений, квантовые вычисления могут в этом случае предложить существенные перспективы для экономии и снижения воздействия пищевой промышленности на окружающую среду.

лучше бороться с изменением климата и его последствиями

Наряду со здоровьем и питанием, борьба с изменением климата - это та область, на которую квантовые вычисления возлагают наибольшие надежды в ближайшие два десятилетия. CO₂ естественным образом поглощается океанами и растительностью. тем не менее,, выработка CO₂ человеком превышает естественную скорость поглощения на многие десятилетия. Один из способов обратить вспять эту тенденцию - улавливать CO₂, чтобы преобразовать его обратно в более сложную молекулу.

Нам известен набор катализаторов, способных улавливать CO₂, но для большинства из них требуются редкие металлы или их сложно производить, а развертывание обходится дорого. Наблюдение за биологическими процессами ассимиляции CO₂, подобно фотосинтезу, тем не менее подтверждает идею о том, что могут существовать катализаторы, позволяющие легко улавливать CO₂ по более низкой цене. Однако поиск такого катализатора является сложной задачей без возможности моделирования молекулярных свойств различных кандидатов.

Обладая возможностями моделирования молекулярной динамики и проведения исследований в огромных комбинаторных химических пространствах, квантовые компьютеры могут позволить определить экономически жизнеспособный процесс, позволяющий эффективно рециркулировать CO₂ и производить интересные субпродукты, подобные водороду или монооксиду углерода. углерод.

лучше предвидеть стихийные бедствия

Предвидение стихийных бедствий - это та область, в которой квантовые датчики, встроенные в спутники, приобретают смысл, особенно в контексте изменения климата, в котором мы живем. Разработка акселерометров с холодным атомом, работающих на низкоорбитальных спутниках, для измерения изменений гравитационного поля, вызванных, в частности, изменением распределения масс на земле. Такое распределение массы может иметь разные причины, связанные с различными типами стихийных бедствий :



Загрузка
грунтовых вод, предупреждающие признаки наводнения или засухи ;

Развитие биомассы с
учетом сезонного цикла, изменчивость которого может повлиять на структурные изменения экологических систем. ;

Движения вещества в недрах, которые могут создавать напряжения , которые будут сниматься во время землетрясений.

Информация, собираемая этими датчиками, может быть полезна для прогнозирования экологических кризисов и лучшего управления ими. Помимо датчиков, обработка собранной таким образом информации будущими достаточно мощными квантовыми компьютерами позволит охарактеризовать предвестники стихийных бедствий.

Лучше двигаться

В часы пик многие водители одновременно запрашивают кратчайшие возможные маршруты, но современные навигационные службы обрабатывают эти запросы индивидуально.

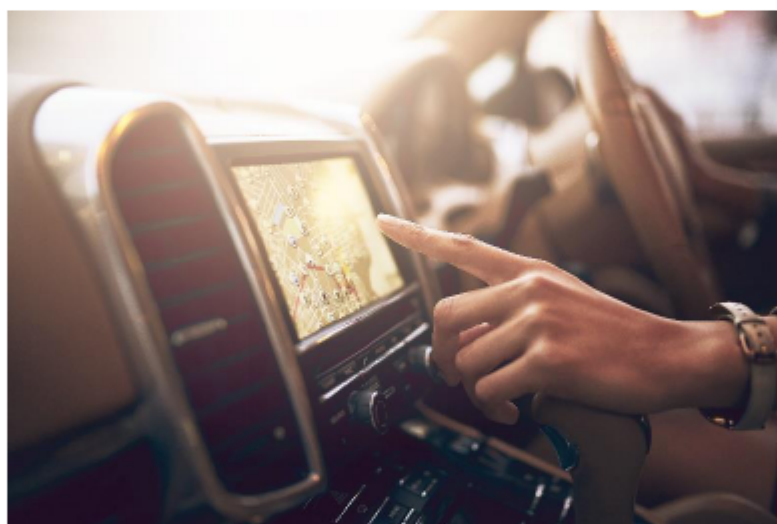
Они не принимают во внимание количество аналогичных запросов, в том числе в районах, где другие водители планируют использовать одни и те же сегменты маршрута. При одинаковом времени отправления индивидуальное приложение GPS, которое указывает каждому один и тот же маршрут до пункта назначения, неизбежно создаст затор, а не уменьшит его.

Что, если бы мы могли разработать более глобальную систему маршрутизации, которая могла бы учитывать все различные запросы водителей на маршруты и оптимизировать предлагаемые маршруты таким образом, чтобы свести к минимуму количество транспортных средств, использующих одни и те же маршруты?

Это может сэкономить время каждому. Тем не менее, количество факторов в игре -

тысячи транспортных средств, миллионы возможных маршрутов и пунктов назначения - тот факт, что даже суперкомпьютеры не обладают достаточной вычислительной мощностью, чтобы своевременно найти оптимальное решение и оптимизировать движение в больших масштабах.

Благодаря своей способности эффективно решать то, что похоже на классическую проблему "коммивояжера", квантовые компьютеры могут предоставить водителям сбалансированные маршруты, что, в свою очередь, обеспечит более плавное движение, более эффективные поездки и даже снижение загрязнения.



Лучше производить

Химия - все еще в значительной степени эмпирическая дисциплина. Хотя "теоретическая химия" сосредоточена на описании механизмов самосборки и других явлений, связанных с взаимодействиями, исследователи по-прежнему отдают предпочтение эвристическим правилам для прогнозирования поведения молекулы, набора молекул или материала.

С другой стороны, квантовый компьютер позволил бы точно рассчитать состав самых больших молекул. Квантовые компьютеры могут обладать ключом к предсказательной способности, которой не хватает "классическим" методам теоретической химии. Другими словами, квантовые компьютеры могли бы превратить химию из искусства эмпирических правил в науку, основанную на прогнозировании с помощью численного моделирования, открыв тем самым новую эру в этой дисциплине.

Как лучше защитить себя от угроз безопасности коммуникаций

Криптография используется для обеспечения конфиденциальности и целостности сообщений перед лицом угроз прослушивания или несанкционированного изменения трафика. Асимметричным механизмам, используемым сегодня, таким как RSA, будет угрожать возможность создания достаточно мощного квантового компьютера.



Перед лицом этой угрозы необходимо внедрить новые методы обеспечения безопасности коммуникаций. Это область исследований постквантовой криптографии. Замена существующих механизмов новыми механизмами, устойчивыми к квантовым компьютерам, позволяет сохранить существующую инфраструктуру связи в неизменном виде.

Что касается симметричных механизмов шифрования, используемых для защиты очень конфиденциальной информации, то в настоящее время нет никаких оснований утверждать, что им будет серьезно угрожать квантовые компьютеры.

Лучше подготовиться к конфликтам завтрашнего дня

В условиях современного конфликта, когда технологическое превосходство остается основным, если не решающим, преимуществом, оборонный сектор систематически использует возможности, предоставляемые всеми инновациями, которые могут быть получены из гражданского мира.

Внедрение иностранными державами оборудования и систем вооружения, основанных на квантовых технологиях, даст им стратегическое преимущество. Однако это усиление мощи должно привести к адаптации нашего инструмента защиты, иначе он может быть выведен из строя. Даже если бы не было стремления к внедрению квантовых решений в нашу оборонную систему, полное инвестирование в этот сектор со стороны иностранных государств потребовало бы ответа. Постквантовая криптография очень хорошо освещает этот механизм.

Кроме того, датчики, криптография, вычисления и связь должны находиться под постоянным наблюдением, чтобы предвидеть, обнаруживать и брать на себя ответственность за любые изменения, которые могут изменить ход военных операций.

Некоторые приложения, особенно в области квантовых датчиков и компьютеров, открывают интересные перспективы для обороны :

Квантовая инерциальная навигация, особенно на холодных атомах, позволяет позиционировать себя в пространстве без услуг "Геолокации и навигации с помощью спутниковой системы" (GNSS). Эти технологии могут достичь эксплуатационной зрелости в течение 5-10 лет;

в условиях радиоэлектронной борьбы более высокая точность измерения времени/ частоты дает вооруженным силам стратегическое преимущество в плане электромагнитного перехвата и надежной связи. ;

Преимущества Франции в гонке за универсальным квантовым компьютером

Франция обладает отличительными преимуществами, чтобы стать одной из первых стран, добившихся успеха в разработке универсального квантового компьютера: превосходством в своих фундаментальных исследованиях в области физики и информатики (CNRS, INRIA, CEA, ONERA), а также передовая сила технологических и промышленных исследований (Atos, STMicro, AirLi quide, Orano и экосистема стартапов) особенно в области микроэлектроники, суперкомпьютеров и вспомогательных технологий

В данном случае Франция является родиной нескольких крупных прорывов, которые привели к нынешнему продвижению крупных мировых технологических компаний. Кроме того, технологии микроэлектроники являются одним из немногих вариантов, которые на сегодняшний день определены как способные обеспечить масштабирование квантового компьютера. Несмотря на то, что научные, концептуальные и технологические достижения остаются значительными, французская промышленная структура и исследовательские группы находятся в одном из лучших мест в мире для их совершенствования.

Сверхпроводящие кубиты , используемые Google и IBM, и квантовые биты с холодными атомами возникли в результате работ Даниэля Эстева и Мишеля Деворе из CEA в Са- клее, а также Клода Козн-Танноуджи и Жана Далибара из ENS Paris / College de France.

Франция в международных соревнованиях

Амбиции Франции - стать одной из первых стран, разработавших универсальный квантовый компьютер в больших масштабах, обеспечивающий ей технологический суверенитет и способствующий стратегической автономии Европы. Франция - одна из немногих стран, способных справиться с этой масштабной задачей. Тем не менее, она, вероятно, будет не единственной, и ей придется иметь дело со странами с широким сообществом (например, со странами с развитой экономикой). Китай и США или также имеют сильный национальный план (Германия, Нидерланды, Великобритания). С помощью этой стратегии Франция хочет занять лидирующие позиции в появлении компаний, которые могут стать мировыми лидерами в области квантовых технологий., одновременно укрепляя действующих чемпионов в этой области (Atos, Thales, Orange, STMicro, Air Liquid, Orano,...), чтобы создать конкурентоспособную отрасль в области квантовых технологий. ключевыми областями применения квантовых технологий, оказывающими непосредственное влияние на здравоохранение, энергетику, климат, агропродовольствие, фармацевтику, сдерживание и образование .

Квантовая стратегия: 5 лет, чтобы вывести Францию в мировой первый круг

Квантовая стратегия выиграет от исключительных инвестиций, которые правительство решило вложить в перспективные секторы и технологии как во время, так и после восстановления, мобилизовав, в частности, 4^е Инвестиционная программа на будущее (PIA4). Объявленные правительством в начале января, эти первые национальные стратегии направлены на удовлетворение приоритетных инновационных потребностей или устранение пробелов на рынке: таким образом, государство мобилизует 12,5 млрд евро в течение 5 лет через PIA для финансирования этих инвестиций, часть из которых в рамках плана #FranceRelance. Цифровые технологии будут занимать в нем центральное место: квантовая технология, кибербезопасность, искусственный интеллект, 5G ... Чтобы узнать больше о стратегиях правительства по ускорению:

<https://www.gouvernement.fr/strategies-d-acceleration-pour-l-innovation>

Стратегия должна позволить Франции стать одной из первых стран

, освоивших ключевые квантовые технологии: квантовые ускорители и симуляторы, бизнес-программное обеспечение для квантовых вычислений, квантовые датчики, квантовые коммуникации, постквантовую криптографию, вспомогательные технологии и т. д..

В области вычислений, которая является центральной темой стратегии, она станет первым государством, в котором к 2023 году будет создан полный прототип универсального квантового компьютера первого поколения. Она также сможет заявить о себе как первая нация, имеющая полный производственный цикл по производству микросхем 28 для нужд производства кремниевых кубитов.

Время, необходимое для созревания этих технологий, уровни программного обеспечения, которые необходимо разработать, или обучение талантам, требуют объединения усилий заинтересованных сторон и усилий для реализации этой цели - построения полноценной промышленной цепочки: речь идет о том, чтобы утвердиться на устойчивой основе в качестве лидера в этой области, с целью создания 16 000 прямых рабочих мест к 2030 году и обеспечения в конечном итоге от 1 до 2% французского экспорта

Будучи глубоко системной, квантовая стратегия направлена на обогащение и утверждение наших возможностей на научном и технологическом уровнях, а также в цепочках создания стоимости в промышленности, в развитии человеческого капитала или даже в предвидении потребностей в навыках для этих рынков, постепенно удваивая количество специалистов на горизонте. 2025 г., чтобы гарантировать и поддерживать наш суверенитет над этими критически важными технологиями.

Он состоит из следующих семи столпов, в том числе 6 технологических и одного поперечного.

Ключевые цели

Овладение квантовыми технологиями, обеспечивающими решающее стратегическое преимущество, включая квантовые ускорители, симуляторы и компьютеры, программное обеспечение для бизнеса для квантовых вычислений, датчики, системы связи.

В области вычислений центральная тема стратегии :

- стать первым государством, в котором к 2023 году будет создан полноценный прототип генетического квантового компьютера первого поколения;
- стать мировым лидером в гонке за универсальным квантовым компьютером в масштабе, предвидя сегодня риски, связанные с низким уровнем зрелости и сложностью современных технологий. курс разведки.

Осваивать важнейшие отрасли промышленности в области квантовых технологий, в том числе технологии, позволяющие утвердиться в качестве одного из мировых лидеров в области криогеники или лазеров для квантовых технологий.

Быть первой нацией, имеющей полный производственный цикл промышленного СИ-28 , особенно для нужд производства кубитов. Развитие навыков и человеческого капитала, укрепление технологической инфраструктуры, создание благоприятных условий для интенсификации предпринимательства, передачи технологий и повышения привлекательности для международных игроков и лучших мировых специалистов.

Ключевые цифры

Совокупное государственное финансирование в размере около 1 млрд евро в течение четырех лет для **совокупное государственно-частное обязательство в размере 1,8 млрд евро.**

Создание 16 000 прямых рабочих мест к 2030 году в пользу деятельности, которая в конечном итоге будет составлять от 1 до 2% французского экспорта.

Подготовка 5000 новых специалистов в области квантовых технологий, техников, инженеров, докторов наук.

Научно-исследовательское обучение почти 1700 молодых исследователей с удвоением количества диссертаций в год: 200 новых диссертаций и 200 постдокументальных работ в год к 2025 году.

Поддержка предпринимательства в размере 120 млн евро в виде обилия средств, выделяемых на стартапы, пусть это и не так. либо в сериях А, В или С.

Поддержка исследований с помощью приоритетной исследовательской программы и оборудования (PEPR) стоимостью 150 млн евро.

Сопровождение промышленного внедрения и инноваций на общую сумму 350 млн евро .

Сводная информация о финансировании

Распределение по оси технологий

Технологические направления национальной стратегии						Итого за 2021 год - 2025 [Млн евро]
NISQ	LSQ	Квантовые датчики	Связь квантовые	Постквантовая криптография	Емкостные технологии	
352	432	258	325	156	292	1815

Распределение по способам поддержки

Итого за 2021 год - 2025 [Млн евро]	1815
Исследования (организации CNRS, CEA, INRIA, ONERA, CNES; программы ЕС, инфраструктура)	725
Обучение (PhD, инженеры, магистры, техники)	61
технологическое созревание	171
Прорывные инновации (квантовый компьютер)	114
Поддержка промышленного развертывания (пилотные линии и криогеника)	224
Политика государственных закупок (расчетная, оборонная)	72
Предпринимательство (инвестиционные фонды, инкубаторы)	439
Экономическая разведка (стандартизация, ИС)	9

Распределение по источникам финансирования

Итого за 2021-2025 гг. [Млн евро]	1815
ПИА 4	594
Грант исследовательским организациям	274
другие национальные взносы	164
Европейское финансирование	238
Частный сектор	545

1. Разработка и распространение практики использования симуляторов и ускорители NISQ [352 млн евро]

Цели

В течение последних нескольких лет коммерчески доступные симуляторы и вычислители "NISQ" (Noisy Intermediate Scale Quantum) стали реальностью в ожидании квантового компьютера "LSQ" (Large Scale Quantum), способного масштабироваться. Эти машины уже сегодня являются инструментами для изучения квантовых вычислений. Сегодня вокруг машин формируются очень высокоинтегрированные экосистемы, которые, хотя и не дают доказанных квантовых преимуществ, способны предвидеть сбои, объединяя и удерживая экосистему разработчиков вокруг аппаратно-зависимых инструментов разработки.

Сфера деятельности

Опираясь на GENCI (Крупное национальное оборудование для интенсивных вычислений), отвечающее за оснащение национальных центров интенсивных вычислений, и CEA, разработчика и оператора TGCC (очень крупного вычислительного центра), главного французского государственного вычислительного центра., Франция разместит первую в мире инфраструктуру квантовых компьютеров гибридные, интегрирующие с программной и аппаратной точки зрения квантовые ускорители в систему классических суперкомпьютеров. Создание этой инфраструктуры мирового уровня, включающей различные эмуляторы и квантовые компьютеры, основанные на различных технологических принципах, станет мощным рычагом воздействия, позволяющим :

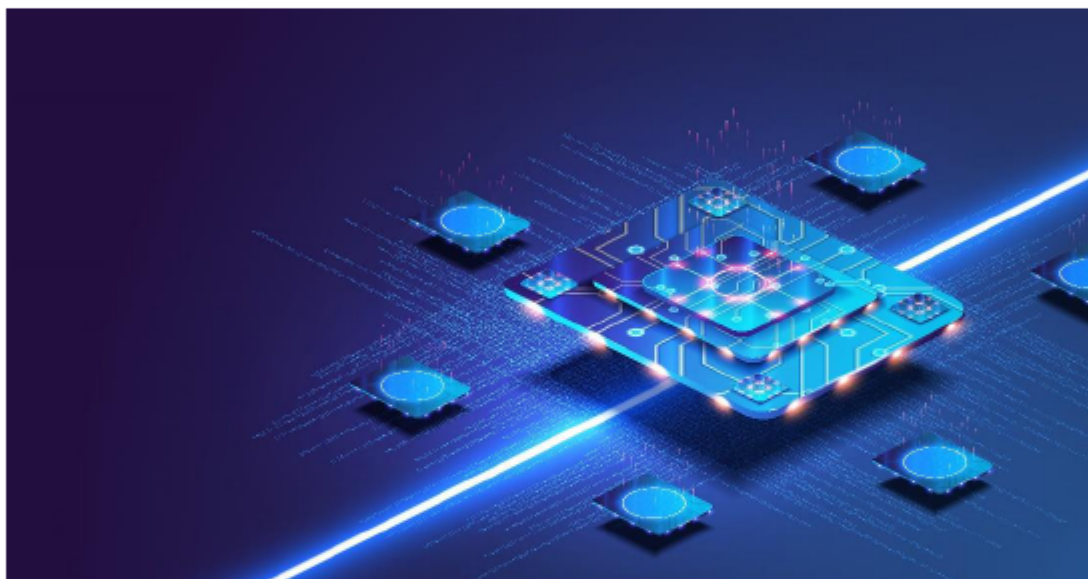
- Минимизировать риск зависимости от одного технологического варианта;
- Развивать программную экосистему, приложения и способы использования;
- Развивать легитимность и авторитет Франции на международном уровне.

В надлежащее время индустриализация квантовых ускорителей будет поддерживаться, в частности, развертыванием пилотных линий, позволяющих усовершенствовать промышленные процессы в условиях, характерных для производства, при одновременном снижении рисков и времени цикла передачи в промышленность.

2. Разработка проходящего квантового компьютера в масштабе LSQ [432 млн евро]

Цели

Разработка квантовых компьютеров, способных масштабироваться или "LSQ" (крупномасштабный квант), направлена на то, чтобы сделать возможными вычисления и моделирование сложности, на несколько порядков превышающей то, что может быть выполнено с помощью традиционных суперкомпьютеров, даже ускоренных с помощью NISQ кубиты. Начиная с нескольких сотен/тысяч отказоустойчивых кубитов (логических кубитов), использование этих машин позволит значительно ускорить инновации и вывод на рынок продуктов из промышленных секторов, которые зависят от длительных этапов валидации. Франция считается одной из немногих стран, способных решить эту проблему, благодаря передовому опыту в области восходящих исследований и технологий, а также своей микроэлектронной промышленности; это также задача, которая сопряжена с наибольшей неопределенностью сроков и рисками, учитывая низкий уровень зрелости и сложности исследуемых технологий.



Сфера деятельности

Что касается технологических компонентов, то действия будут направлены на изучение, поиск и гибридизацию различных решений для проектирования и производства надежных кубитов и высокопроизводительных логических вентилях, совместимых с микроэлектронной промышленностью, а затем на отбор наиболее перспективных кандидатов для масштабирования из числа спиновых кубитов на кремнии, трансмонах на кремнии, кремнии / германии, cat-кубитах, топологических кубитах, фотонных кубитах, летающих кубитах и т. Д. Разработка этих различных путей аппаратных архитектур должна осуществляться в духе континуума между NISQ и LSQ с упором на гибридизацию платформ технологии, совместимые с индустриализацией, с точки зрения масштабирования и качества производства. Эти направления будут осуществляться параллельно, обогащая друг друга, и все это в рамках комплексного междисциплинарного подхода.

Что касается системной архитектуры, то меры по поддержке инноваций будут направлены на разработку вычислительной полукроархитектуры и управляющей электроники, которые могут контролировать и исправлять ошибки различных технологий масштабирования кубитов.

В алгоритмическом плане деятельность будет направлена на разработку алгоритмов, устойчивых к шуму, и позволит в полной мере использовать преимущества масштабируемого квантового компьютера для решения самых сложных задач: сворачивание белков, секвестрация CO₂, производство биотехнологических катализаторов и т. Д.

3. Разработка технологий и приложений.

квантовые датчики [258 млн евро]

Цели

Квантовые датчики являются одними из тех квантовых технологий, которые исторически поддерживались государством посредством поддержки восходящих исследований, наиболее зрелые из которых открывают возможности для различных профессиональных применений: навигации, геологической разведки, наблюдения Земли, перехвата, обнаружения, сейсмографирования, магнитометрии., материаловедение и т. Д. Тем не менее, сложность их внедрения и экстремальные условия, часто необходимые для их функционирования, сегодня ограничивают возможности для их использования узкоспециализированными рынками, что ставит под угрозу долгосрочную устойчивость промышленности. Необходимо поддерживать рост зрелости этих технологий в приложениях и на рынках, одновременно способствуя их интеграции в системы, которые могут извлечь из них выгоду, с целью развития гражданского рынка, источника экономической жизнеспособности.

Сфера деятельности

Что касается датчиков на основе холодных атомов, то действия будут направлены на укрепление позиций Франции в отношении этих технологий и разработку следующего поколения инерциальных датчиков, магнитных датчиков и атомных часов. Что касается более зрелых технологий (ридберговские атомы, сверхпроводники, примеси в алмазе и т. Д.), То цель акции будет заключаться в поддержке интеграции элементарных элементов в их системную среду, в частности, путем улучшения их характеристик перед лицом ограничений грузоподъемности при одновременном достижении целей суверенитета и перепрофилирования цепочек создания стоимости в отношении датчиков.

Чтобы максимизировать "поверхностный рынок" и повысить экономическую жизнеспособность этих технологий в долгосрочной перспективе, волна "Задач"

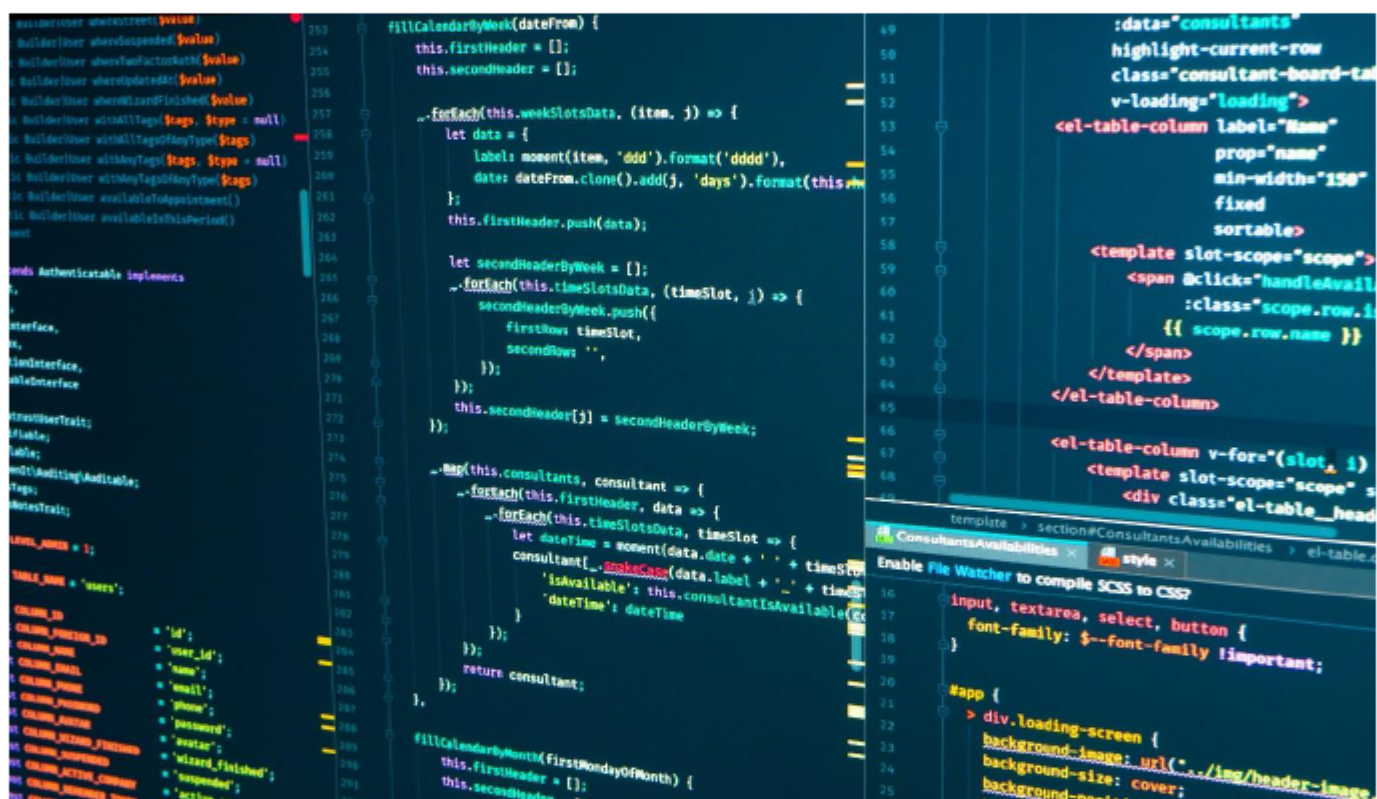
, стоящих перед гражданскими лицами, чтобы занять место в 2022 году бюджетом на ИИ, промышленности и цифровые технологии, чтобы идентифицировать новые мар-
враждебных условиях, полевой анализ, молекулярный анализ для химии и химии. биология, изучение материалов под высоким давлением для накопления энергии и т. Д.

4. Расширьте возможности криптографии.

Постквантовый [156 млн евро]

Цели

В "эпоху квантовых компьютеров", способных расшифровывать, возможно задним числом, данные, защищенные современными алгоритмами с открытым ключом, агентства безопасности рекомендуют гарантировать конфиденциальность и целостность государственных информационных и коммуникационных систем уже сегодня. Если в настоящее время существует консенсус в отношении необходимости разработки и использования постквантовых алгоритмов, то есть устойчивости к квантовому криптоанализу, то эти алгоритмы еще предстоит определить. Существует несколько семейств алгоритмов постквантовой криптографии, и для построения безопасности этих схем используются различные математические задачи и варианты. Однако для большинства из них до сих пор нет международного консенсуса относительно уровня доверия, которое можно испытывать к их безопасности.



Сфера деятельности

Чтобы организовать постепенный переход к постквантовой криптографии и освоить аппаратные реализации, обеспечивающие производительность и безопасность, квантовая стратегия будет включать работу в области алгоритмической разработки, аппаратной реализации и экспериментальной проверки.

Переход к постквантовым алгоритмам не будет происходить внезапно. Потребуется переходный период, когда постквантовые алгоритмы будут сосуществовать с современными механизмами, чтобы быть уверенными в том, что постквантовые алгоритмы не вводят

регрессий по

сравнению с существующим. Поскольку алгоритмы-кандидаты на стандартизацию потребляют больше ресурсов, чем их классические аналоги, мероприятие будет направлено на изучение возможностей внедрения этих новых алгоритмов в специализированные аппаратные устройства с ограниченными ресурсами. Наконец, некоторые квантовые датчики будут изучены в этой области применения, поскольку они могут предложить в относительно краткосрочной перспективе новые возможности для криптоанализа и определения характеристик физических атак на оборудование кибербезопасности.

5. Развивайте системы связи.

квантовые [325 млн евро]

Цели

Допуская распределение запутанных состояний, квантовая связь может иметь несколько многообещающих применений, недоступных с помощью современных технологий: интерферометрия на больших расстояниях, отсчет времени для синхронизации атомных часов, создание сетей квантовых компьютеров, квантовое распределение ключей и т. Д. Объединение квантовых датчиков в сеть для межферометрии на очень больших расстояниях и сверхточного распределения времени будет представлять интерес, например, как для ученых, так и для финансистов, поставщиков энергии и т. Д. Удаленный доступ к квантовым компьютерам и совместное использование вычислений между несколькими квантовыми компьютерами позволяют объединить несколько процессоров для экспоненциального увеличения их возможностей, а также позволяют размещать эти машины в вычислительных центрах, удаленных от пользователей.

Европа и Франция, в частности, были первопроходцами в области этих технологий. Поддерживая исследования и инновации в этой области, Франция сохранит свое научное лидерство, в частности, для увеличения своей автономии от неконтролируемых квантовых устройств в Европе.

Сфера деятельности

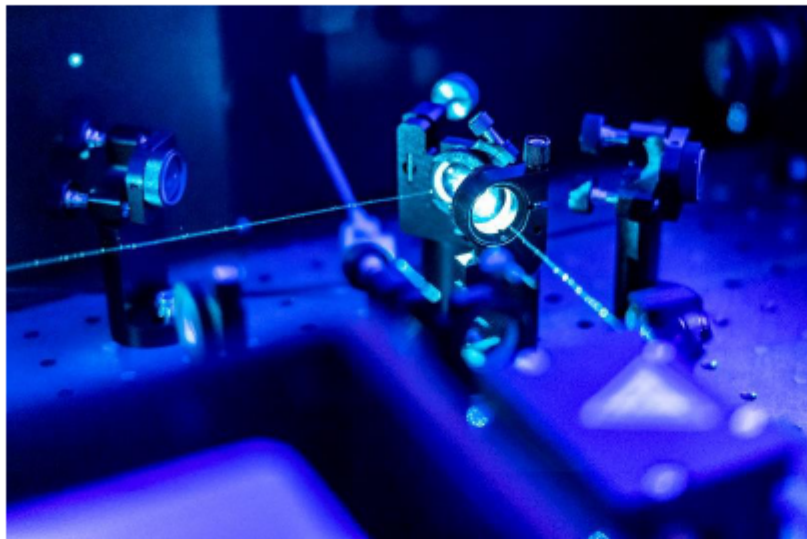
Практическое использование квантовой связи будет зависеть от способности разрабатывать квантовые фотонные компоненты, которые могут интегрироваться в существующую инфраструктуру связи без необходимости специального развертывания, что станет основным направлением деятельности в этой области. Кроме того, они приведут к экспериментам и оценке развертывания квантовых фотонных компонентов в существующих прототипах волоконно-оптических сетей связи, уделяя особое внимание аспектам, которые подпадают под триптих пропускная способность, расстояние от установленных каналов и требования безопасности. Используя две экспериментальные волоконно-оптические сети связи, одну в районе Ниццы, другую на острове Иль-де-Франс, новые компоненты и протоколы связи будут протестированы и оптимизированы в реальных условиях. Кроме того, Франция продолжит участвовать в европейской работе, проводимой в рамках EuroQCI.

В алгоритмическом плане мероприятие будет направлено на разработку новых протоколов связи для распределенных квантовых вычислений, слепых квантовых вычислений или "слепых квантовых вычислений", протоколов интерферометрии на большие расстояния для наблюдения Земли и космоса, распределения атомных часов и т. Д. а также представить будущие приложения квантовой связи.

Напротив, из-за своей относительной молодости квантовые коммуникации не подвергались интенсивной оценке с точки зрения кибербезопасности, в отличие от обычных коммуникаций. В этом плане, если теоретически квантовые коммуникации неустойчивы для атак на основе законов физики, то практические достижения создают уязвимости, потенциально используемые злоумышленником. Чтобы повысить устойчивость устройств квантовой связи к физическим атакам, будет проведено мероприятие, посвященное выявлению и устранению уязвимостей в системах квантовой связи.

6. Разработайте технологическое предложение. конкурентные возможности [292 млн евро]

Цели



Криогеника, лазеры и электротехника с низким уровнем шума являются стратегическими технологиями, позволяющими использовать квантовые технологии, а также в других областях (ядерный синтез, астрономия и т. Д.), Что требует поддержки и развития нашей экономики в краткосрочной перспективе. за счет появления конкурентоспособного ^{одна} французского предложения. и обеспечить внутренние поставки. Содействие овладению французскими промышленными субъектами этими технологиями в очень краткосрочной перспективе открывает интересные возможности для экспорта, в том числе

плюс квантовые технологии в крупных научных приборах, медицинских устройствах и космической электронике в международном контексте, отмеченном поляризацией вокруг ограниченного числа участников. В долгосрочной перспективе освоение этих технологий может позволить французским промышленным игрокам стать ведущими поставщиками в нескольких секторах.

Сфера деятельности

Необходимость постепенного увеличения количества кубитов на квантовый процессор усугубляет необходимость работы в экстремальных криогенных условиях, которые заключаются не в достижении температур ниже Кельвина, а в мощности, необходимой для охлаждения больших объемов, включая кубиты, электропроводку и электронику, размещенную в каскадах. посредники. Действия будут сосредоточены на поиске оптимальной точки равновесия между температурным допуском кубитов и производительностью промышленных криогенных технологий, что является предпосылкой для рассмотрения возможности перехода от квантовых компьютеров к масштабированию. Кроме того, будет оказана поддержка в разработке новых лазеров для охлаждения и манипулирования атомами, которые будут направлены на повышение надежности, производительности, мощности, спектральная гибкость и стабильность существующих лазеров, а также разработка новых лазеров, способных манипулировать новым классом атомов с квантовыми свойствами, многообещающими для вычислений и датчиков. Наконец, чтобы способствовать удобству установки и сохранению компонентов на системном уровне в окружающей среде, действия позволят охватить интересующие вопросы, такие как миниатюризация, упрочнение, чтобы сделать устройства совместимыми с условиями эксплуатации. В качестве дополнения также ожидается работа над конкретными процессами поддержания работоспособности, которые могут потребоваться для этих конкретных технологий.

7. Перекрестное структурирование экосистемы.

Цели

Для поддержки и превращения научно-технической работы в устойчивое конкурентное преимущество важно развивать навыки и человеческий капитал посредством начального и непрерывного образования, укрепления технологической инфраструктуры, создания благоприятных условий для интенсификации предпринимательства, передачи технологий., способствуя повышению инвестиционной привлекательности.для международных игроков и лучших мировых талантов. **Направления деятельности**

Развитие навыков и человеческого капитала

Стратегия должна обеспечить создание 16 000 прямых и косвенных рабочих мест к 2030 году. Этот рост должен опираться на различные уровни подготовки, сочетающие начальную и непрерывную подготовку, техническую, инженерную подготовку и исследовательскую подготовку. Группы промышленных разработчиков квантового аппаратного и программного обеспечения смогут полагаться на экспертов , начальное обучение которых будет сосредоточено на квантовых технологиях. Эти эксперты смогут наставлять инструкторов, прошедших обучение по амбициозной программе непрерывного образования. Начальная квантовая подготовка будет усилена в инженерных школах и магистратурах с помощью междисциплинарных программ , сочетающих квантовую физику, квантовую алгоритмику и инженерию. Наконец, на уровне DUT будут внедрены модули обучения квантовым технологиям, чтобы подготовить достаточное количество технических специалистов, способных участвовать в промышленном развитии квантовых технологий и их вспомогательных технологий.

Укрепление технологической инфраструктуры

Производственные платформы: качество средств обработки материалов имеет решающее значение для достижения наилучшего уровня производительности. В противном случае стратегические каналы будут зависеть от предоставления услуг иностранной инфраструктурой. Таким образом, действия будут направлены на создание возможностей для выхода на лучший международный уровень, особенно в области разработки функциональных наноматериалов.

Платформа квантовой метрологии: метрология играет жизненно важную роль в индустриализации новых технологий посредством надежного измерения производительности. Это позволяет проводить валидацию технологий, производительность которых превосходит существующие технологии, и, таким образом, их внедрение в промышленность и на рынок. Чтобы сохранить свою конкурентоспособность в этой области, обеспечить свою способность поддерживать развитие собственных квантовых промышленных цепочек и обеспечить прослеживаемость своей отрасли в соответствии с Международной системой единиц измерения, Франция создаст платформу квантовой метрологии, которая объединит навыки и возможности специалистов в области квантовой метрологии. измерение национальной метрологической сети.

укрепление предпринимательства и передачи технологий

На предпринимательском уровне квантовые технологии, как и другие "подверженные риску"области, сталкиваются с трудностями доступа к качественному венчурному капиталу из фондов общего профиля. В рамках стратегии два фонда с участием управляющих компаний с сильной квантовой компетенцией смогут дополнить деятельность первого фонда, посвященного этой области во Франции (Quantonation), и могут финансироваться государством в качестве фондов фондов. Наконец, фонд французского технологического суверенитета дополнит механизм оказания необходимой поддержки для защиты капитала стратегических компаний.

Что касается передачи технологий, стратегия будет сопровождать инициативы типа "хаб", которые будут направлены на укрепление связей между промышленными субъектами, стартапами и академическими кругами, для поддержки предпринимательских проектов и установления связей с международным сообществом.

Возможности для международного сотрудничества

С помощью заемных средств действия государства позволят мобилизовать более 200 миллионов евро из Европы, часть из которых будет предоставлена за счет совместного финансирования со стороны Комиссии, в изобилии в обмен на национальное финансирование. Консорциум уже находится на начальном этапе при совместном финансировании совместного предприятия EuroHPC, объединяющего Францию, Германию, Италию, Испанию, Ирландию и Австрию, для разработки первого прототипа гибридного золотодобывающего устройства, включающего квантовый ускоритель не менее чем на 100 кубитов, к 2023 году. Очень большого вычислительного центра в Брюйер-Ле-Шатель. Эта аппаратно-программная платформа станет первым шагом на пути к созданию "европейского квантового хаба", в котором будут сосредоточены усилия научных и промышленных сообществ пользователей с целью разработки вариантов использования, в полной мере использующих эти новые вычислительные возможности.

Этот импульс будет подкреплён крупной задачей NISQ, государственно-частной программой, которая может привести к расширению динамики сотрудничества с Германией. Целью этой грандиозной задачи является создание условий для использования этой гибридной платформы в качестве общей инфраструктуры 'песочница' для квантовых технологий, как аппаратных, так и программных, в частности, для проведения теста производительности в соответствии с природой интегрированного квантового ускорителя (холодные атомы, сверхпроводящие переходы,...), с целью изучения широкого спектра возможностей, предлагаемых гидравлическими станками с точки зрения их применения. В конечном счете, она будет направлена на то, чтобы: извлечь максимальную выгоду из существующих квантовых ускорителей, интегрировав их в систему-

более всеобъемлющий текст высокопроизводительных вычислений и разработка гибридных квантово-классических алгоритмических решений; распространение использования квантовых вычислений в приоритетных секторах путем разработки программных решений и аппаратно-независимых сред разработки на основе локальных сетей программирования и специализированных библиотек для различных прикладных секторов.

Это также соответствует обратите внимание, что тема квантовых вычислений расширяется в рамках усилий, которые Европейская комиссия предпринимает в области интенсивных вычислений, в частности, с помощью Совместное предприятие EuroHPC. Тематика квантовых коммуникаций будет доведена до европейского уровня группировкой EuroQCI, которая в настоящее время создается под эгидой Комиссии.

Кроме того, Франция будет выступать с предложением активизировать совместную историческую динамику в области исследований с ведущими странами в области квантовых технологий в Европе (Нидерланды, Англия, ...), изучая все возможности для сотрудничества с целью сместить мировой центр тяжести квантовых технологий в сторону Европы. Европа.

Реализация

Для реализации потребуется совокупное государственное финансирование в размере около 1 млрд евро в течение четырех лет. Эти действия государства будут дополнены европейским финансированием и совместным финансированием промышленников, участие которых будет иметь решающее значение для успеха этой стратегии, с целью усиления их деятельности в области НИОКР, завоевания новых рынков или перемещения деятельности во Франции.

В рамках поддержки предпринимательства институциональные инвесторы и трастовые фонды будут мобилизованы для поддержки зарождающейся инновационной экосистемы в этой области и для появления новых национальных отраслевых лидеров.

Пакет позволяет достичь совокупного обязательства между государственным и частным секторами в размере 1,8 млрд евро. Это обязательство соответствует поставленным задачам и стремлению утвердиться в качестве лидера в этой области на устойчивой основе с целью создания 16 000 прямых рабочих мест к 2030 году в интересах деятельности, которая в конечном итоге будет составлять от 1 до 2% французского экспорта.

Развитие навыков требует начального и непрерывного образования, в результате чего к 2025 году почти 5000 новых талантливых специалистов пройдут обучение в области квантовых технологий, исследователей, инженеров, техников, а новые университетские курсы откроются уже в следующем учебном году.

Создание благоприятных условий для интенсификации предпринимательства и передачи технологий будет способствовать развитию нашего интеллектуального и промышленного наследия, в то же время укрепляя связи с международными участниками рынка., чтобы привлечь инвестиции, а также

их мировые таланты. В частности, поддержка появления и роста стартапов будет осуществляться , в частности, за счет привлечения акционерного капитала с целью достижения общей государственно-частной суммы в 310

мейл-

Значительные усилия будут направлены на исследования, в частности, с помощью исследовательской программы и основного оборудования (PEPR) на общую сумму 150 миллионов евро, по четырем структурным темам : надежные "твердотельные" кубиты, холодные атомы, квантовые алгоритмы, границы вычислимости и безопасности.

Созревание, инновации и передача технологий будут получать беспрецедентную поддержку в различных формах, таких как крупные инновационные задачи, программы технического созревания или поддержки промышленного развертывания, совокупный доход от которых достигает 350 млн евро, с эффектом мультипликатора входа. ожидается от промышленных инвестиций.

Наконец, реализацией стратегии будет руководить межведомственный координатор, который будет руководить ее реализацией под руководством Межведомственного совета по инновациям, постоянно заботясь о максимальном воздействии на промышленность, занятости и создании устойчивой экономической ценности.

Основные события в национальной квантовой экосистеме за последние 6 месяцев

Июнь 2020 г. : "Qubit Pharmaceuticals", французский стартап, являющийся побочным продуктом исследований (CNAM, CNRS, Сорбонна, Техасский университет в Остине, Вашингтонский университет), только что завершил начальный этап с помощью Quantonation. Этот старт -up несет революцию в области программного обеспечения для расширенного моделирования для разработки лекарств благодаря учету квантовых эффектов в молекулярной динамике. Программные решения, которые сегодня используются и настраиваются на суперкомпьютерах, будут готовы к радикальным изменениям, как только они начнут работать на первых квантовых компьютерах.

Июль 2020 г. : Стартап Quandela, разрабатывающий однофотонные источники с долгожданными свойствами для оптических квантовых компьютеров и сетей связи, завершил начальный сбор средств на сумму 1,5 млн евро, возглавляемый Quantonation, а затем компанией Bpifrance French Tech Seed.

Лето 2020 г. : Atos усовершенствовала свой коммерческий квантовый симулятор QLM новой аппаратной архитектурой, которая стала QLM E(nhanced), самым производительным квантовым симулятором в мире, предлагающим в 12 раз больше вычислительной мощности, чем его предшественник.

Atos QLM E предлагает новые возможности моделирования для будущих квантовых компьютеров NISQ, коммерциализация которых ожидается в ближайшие несколько лет.

Сентябрь 2020 г. : стартап Quandela запускает Prometheus, новое поколение генератора неразличимых фотонов, которое можно использовать в квантовых вычислениях и криптографии.

Сентябрь 2020 г. : Air Liquid приобрела французское предприятие малого и среднего бизнеса Cryosconcept, специализирующееся на рефракции при разбавлении, технология, позволяющая достигать очень низких температур. Этот шаг знаменует собой вовлечение жидкого воздуха в область экстремальной криогенной техники, близкой к абсолютному нулю, что является важной вспомогательной технологией для квантовых технологий.

Октябрь 2020 г. : Thales разрабатывает датчики на атомных микросхемах с целью в конечном итоге создать полноценную инерциальную электростанцию (объединяющую акселерометры, тактовые импульсы и трехосевой гироскоп), основанную на миниатюрных холодных атомах и значительно более производительную, чем современные технологии. Была продемонстрирована одна из ключевых особенностей, позволяющая манипулировать атомными облаками на кристалле с помощью радиочастотных токов.

Ноябрь 2020 г. : Atos объявляет о партнерстве с Pasqal по разработке квантового ускорителя на основе технологии нейтральных атомов для оснащения высокопроизводительных вычислительных систем. Эта технология позволила бы расширить вычислительные возможности современных компьютеров и, таким образом, разработать гибридные квантово-высокопроизводительные вычислительные системы, которые можно было бы использовать в краткосрочной перспективе.

Декабрь 2020 г. : Европейский консорциум HPCQS, построенный вокруг оси Франко.

-немецкий

GENCI / Исследовательский центр в Юлихе, был выбран EuroHPC для создания в 2023 году первого европейского компьютера, включающего квантовый ускоритель не менее 100 кубитов. Этот консорциум объединяет крупные французские исследовательские организации (CNRS, CEA, INRIA), а также Atos и стартап Pasqal, которые поставят суперкомпьютер и квантовый ускоритель, которые будут интегрированы в него, соответственно. Работы начнутся уже в первой половине 2021 года.

Декабрь 2020 г .: Компания Thales разрабатывает сверхпроводящую квантовую антенну, основанную на использовании массивов сверхпроводящих квантовых интерференционных устройств (SQUIDS), способных определять широкий спектр частот. Обнаружение радиочастотных сигналов было продемонстрировано на частоте до 100 МГц с помощью квантовой антенны размером 1 см, в то время как размер обычной антенны составляет 1,5 м.

В декабре 2020 года Atos представила "Q-Score", первый универсальный показатель, позволяющий объективировать производительность устройств. квантовые компьютеры и "квантовое превосходство". Декабрь 2020 г .: CEA Leti отбирает образцы своих электронно-спиновых кубитов, что улучшает контроль кубитов.

Декабрь 2020 г .: Паскаль и команда Антуана Броуэйса из IOGS публикуют множество статей с записью квантового моделирования со 196 кубитами на основе холодных атомов.

Предстоящие звонки по проектам / 1^{er} семестр 2021 г.

Приоритетная исследовательская программа и оборудование (PEPR) для поддержки исследовательских усилий научного сообщества, выделено 150 млн евро **вокруг четырех тем:**
надежные "твердотельные" кубиты, холодные атомы, квантовые алгоритмы, границы вычислимости и безопасности (первый квартал 2021 г.) ;

Большая проблема в разработке квантовых ускорителей первого поколения (NISQ), или "несовершенный" квантовый компьютер, к подготовке в 2022 году, инновационная акция по разработке квантового компьютера, способного масштабироваться (LSQ) , или "идеального" квантового компьютера (не позднее конца первой половины 2021 года);

Программа промышленного развития в области емкостных технологий, как и Si28, криогеника и лазеры; эта программа позволяет сопровождать совместные государственно-частные исследования и разработки со средней технологической зрелостью (TRL3-6), близкой к рыночной, но с технологическим риском, неприемлемым только для частных игроков (с первого квартала 2021 года) ;

Программа технологического созревания, для поощрения совместных исследований и разработок государственного и частного секторов на промежуточном этапе с перспективами на будущее в среднесрочной перспективе, в отношении интеграции датчиков, протоколов и исправлений ошибок, а также постквантовой алгоритмики (не позднее конца первой половины 2021 г.).

Узнайте больше и следите за публикацией призывов к проектам и программам :

<https://www.entreprises.gouv.fr/fr/numerique/politique-numerique/strategie-nationale-pour-tech-нологии-квантовые>

КОНТАКТЫ

Кабинет министра вооруженных сил

Служба новостей и коммуникаций

cabinet-cc9.secretaire.fct@intrade.gouv.fr

01 42 19 67 16

DICoD

Пресс -центр

presse@dicod.fr

09 88 67 33 33

Кабинет Бруно Ле Мэра

presse.mineco@cabinets.finances.gouv.fr

01 53 18 41 13

Секретариат по связям с общественностью и прессой

Министерство высшего образование, от
исследований и инноваций

secretariat.communication@recherche.gouv.fr

01 55 55 84 24

Кабинет Седрика О

presse@numerique.gouv.fr

01 53 18 43 10

Генеральный секретариат по инвестициям

presse.sgpi@pm.gouv.ru

01 42 75 64 58