

## Month 18 Report, Annex 1:

### Month 18 report on Deliverable 5.5

#### Screenshot of Level 1 Introduction

The screenshot shows a Mozilla Firefox browser window displaying the SPANGL4Q website. The browser's address bar shows the URL [www.spangl4q.eu/welcome-to-spangl4q/summary-for-a-general-audience/](http://www.spangl4q.eu/welcome-to-spangl4q/summary-for-a-general-audience/). The website has a blue header with the text "FP7 EU Future and Emerging Technologies Project" and "SPANGL4Q". To the right of the text is the SPANGL4Q logo, which features the word "Spangl" in red and "4Q" in black with a red circular arrow around the "Q".

On the left side of the page, there is a blue sidebar with a list of links. The first link is "Welcome to SPANGL4Q", which is highlighted. Below it are links for "Summary for a general audience", "Summary in German", "Summary in Dutch", and "Summary in Russian". Further down are links for "About the project", "About the partners", "Publications", "Posters", "Our funders", "Guestbook", and "Contact".

The main content area has a light blue background. At the top, it repeats the text "FP7 EU Future and Emerging Technologies Project" and "SPANGL4Q". Below this, there is a section titled "SPANGL4Q: A project to connect spinning photons with trapped electrons". This section contains three paragraphs of text, followed by a "News" section dated "2013".

**SPANGL4Q: A project to connect spinning photons with trapped electrons**

SPANGL4Q: An EU Project Funded by the "Future and Emerging Technologies" section of Framework Programme 7.

Individual photons are the quantum particle of choice for physicists and engineers trying to revolutionise the world of information processing and communication by using the "quantum technologies". Quantum technologies use the unique quantum properties of single particles (such as "superposition" - being in two places at once) to make ultra-fast computers and achieve absolutely secure communications.

Quantum information scientists have known for a while that a key component of a quantum computer or a quantum communications system will be a set of "quantum repeaters", devices which don't amplify the signal, but store the photon state in a static quantum particle, waiting for the arrival of a second photon, passing the signal down the chain.

A practical quantum repeater should be possible using semiconductor technology. A nanosized semiconductor trap, a quantum dot, is able to trap an electron and store its quantum information for microseconds. This storage time is already enough to increase the present communication distance limit of about 100km, to potentially 1000's km.

The key to this technology is to combine the quantum dot that traps the electron with a device that also traps the photon in the same place: a nanophotonic cavity. Holding the electron and photon in the same micron-sized region for longer (just a few 100's picoseconds is long enough), the information is transferred much more efficiently. Without the cavity, only 1 in 10000 photons is trapped, but with it, the transfer may reach almost 100% efficiency.

SPANGL4Q will push the frontiers of what these small quantum dot nano-photonic devices could do to their limits. We will push the storage time of the quantum memory from a millionth of a second, to a few seconds. By slowly transferring the electron information to the ultra-isolated nuclei in the quantum dot, a single photon should be able to travel for tens of thousands of km, before the information is lost, enabling truly global quantum communications.

Achieving these steps requires a complete rethink of the well-known rules for how light behaves in small structures. Photonic engineering is a well-established field - modern telecommunications relies on nanophotonic devices. However, even in the research laboratory, using nanophotonics to manipulate the photon using polarization is not well-established, and the SPANGL4Q team will have to go back to the drawing board, to start *polarization* engineering in these structures. Understanding in detail how light behaves in nanophotonics should lead to many more ways to manipulate light for a wide variety of new applications in telecommunications, medicine and security.

**News**

**2013**

**2nd-11th September**  
A team from the University of Bristol has visited our new partner at St. Petersburg State University and our exiting partner at the [Institute for Solid State Physics](#), Chernogolovka.

**30th August**  
Ruth Oulton and Martin Lopez-Garcia attended the "[Complex Nanophotonics Science Camp](#)" in Windsor to present work on SPANGL4Q. Dr. Oulton's talk won a prize in the meeting for the consortium's work.

**5th August**  
Jari Lindberg has joined Bristol to work with the consortium to study the theory of angular momentum and light-matter coupling in nanophotonic

## Screenshot of introduction in German

Future and Emerging Technologies - Mozilla Firefox

Tools Help

+

ngl4q/summary-in-german/


☆ ▼ ↻

AVG Secure

st Headlines Google aip

# FP7 EU Future and Emerging Technologies Project

## SPANGL4Q



Welcome to SPANGL4Q

- Summary for a general audience
- Summary in German**
- Summary in Dutch
- Summary in Russian
- About the project
- About the partners
- Publications
- Posters
- Our funders
- Guestbook
- Contact

### News

**2013**

**2nd-11th September**  
A team from the University of Bristol has visited our new partner at St. Petersburg State University and our existing partner at the Institute for Solid State Physics, Chernogolovka.

**30th August**  
Ruth Oulton and Martin Lopez-Garcia attended the "Complex Nanophotonics Science Camp" in Windsor to present work on SPANGL4Q. Dr. Oulton's talk won a prize in the meeting for the poster work.

### Ein genereller Überblick über das Projekt

Das Ziel dieses Projektes ist die Entwicklung eines Satzes nanophotonischer Bauteile, welche auf einem Spin-Interface beruhen, für Anwendungen im Bereich der Quanteninformations- und Kommunikation Technologie.

Quanteninformationstechnologien sind unglaublich vielversprechend bezüglich der Geschwindigkeit und Möglichkeit von Rechnerprozessen, falls wir lediglich das extreme Umfeld welches die Quanten-Teilchen (die sogenannten Q-Bits) beherbergt entwickeln können.

Die Idee hinter der Quanteninformation existiert seit geraumer Zeit, und eine Großzahl von Wissenschaftlern, die an experimentellen Techniken arbeiten, haben etliche Wege identifiziert um spezielle 'verschränkte' und 'superpositions' Zustände zu generieren welche für die Quantentechnologie notwendig sind. Einer der erfolgreichsten Ansätze besteht darin, ein Photon als Quanteninformationsträger über größere Distanzen einzusetzen, und einen Kernspin als Speicher zu verwenden.

In diesem Projekt werden wir ein Kernproblem bezüglich der Photonen und Spins in der Quanteninformation lösen: Sowohl Photonen, als auch Spins sind genau deshalb ideale Q-Bits, weil sie weder mit Ihrer Umwelt noch miteinander ohne weiteres wechselwirken. Dies stellt uns vor ein Problem: Wir müssen die Q-Bits miteinander wechselwirken lassen, um eine Rechneroperation durchzuführen.

Dieses Projekt ist der Aufgabe gewidmet, einzelne Photonen mit einzelnen Elektronen wechselwirken zu lassen um einen Transfer der Information von einem kurzzeitigen Quantenspeicher zu einem Photon zu gewährleisten. Außerdem erforschen wir Möglichkeiten, die Information von einem einzelnen Elektron zu einem ultra-Langzeit Speicher zu transferieren: Ein einzelner Atomkern, welcher die Information lange genug speichern kann, bis das Photon die andere Seite des Planeten erreicht (also einige hundertstel Sekunden).

## Screenshot of introduction in Dutch

The screenshot shows a web browser window with the title "Summary in Dutch - SPANGL4Q EU Future and Emerging Technologies - Mozilla Firefox". The address bar shows the URL "www.spangl4q.eu/welcome-to-spangl4q/summary-in-dutch/". The browser's menu bar includes File, Edit, View, History, Bookmarks, Tools, and Help. The toolbar shows various icons for navigation and search. The website content is in Dutch and features a blue sidebar on the left and a main content area on the right.

**FP7 EU Future and Emerging Technologies Project**

**SPANGL4Q**

**Spangl4Q**

**Welkom**

Welkom op de homepage van SPANGL4Q, een EU Future and Emerging Technologies project. Om een idee te krijgen van wie ons bezoekt kunt u in het gastenboek schrijven.

**Een overzicht van het project**

Het doel van dit project is het ontwikkelen van nanophotonische structuren die aan spins gekoppeld kunnen worden voor applicaties binnen de kwantum informatie en communicatie technologieën.

Kwantum informatie technologieën beloven een onvoorstelbare vooruitgang in rekenkracht als we er in slagen om de extreme omstandigheden te beheersen waarin kwantum deeltjes zich bevinden. Kwantum deeltjes functioneren als bits ("qubits") in de berekening.

Het idee achter kwantum informatie bestaat al een tijd en een grote onderzoeksgemeenschap heeft al vele experimentele methoden ontwikkeld om de speciale verstrengelde en superpositie toestanden die noodzakelijk zijn voor kwantum informatie technologieën te creëren. Onder de succesvolle methoden behoren ook het gebruik van een enkel photon als kwantum informatie drager over grote afstanden en nucleaire spins om kwantum informatie op te slaan.

In dit project zullen we een belangrijk probleem binnen de kwantum informatie oplossen dat met photons en spins te maken heeft. Zowel een photon als een spin vormen ideale qubits omdat ze goed geïsoleerd zijn van hun omgeving en er maar weinig interactie tussen de deeltjes is. Dit vormt echter ook een probleem: om een berekening te maken moeten er juist wel een wisselwerking tussen de qubits zijn.

Wij zullen binnen dit project methoden onderzoeken om de interactie tussen spins en photons te vergroten met het doel informatie over te dragen van een korte termijn kwantum geheugen naar een photon. Vervolgens zal bekeken worden hoe de informatie van de elektron spin overgedragen kan worden naar een enkele nucleus, die de mogelijkheid biedt de informatie voldoende lang vast te houden zodat de photon de andere kant van de Aarde kan bereiken (enkele honderdsten van een seconde).

**Welcome to SPANGL4Q**

- Summary for a general audience
- Summary in German
- Summary in Dutch**
- Summary in Russian

**About the project**

**About the partners**

**Publications**

**Posters**

**Our funders**

**Guestbook**

**Contact**

**News**

**2013**

**2nd-11th September**  
A team from the University of Bristol has visited our new partner at St. Petersburg State University and our exiting partner at the [Institute for Solid State Physics](#), Chernogolovka.

## Screenshot of introduction in Russian

Summary in Russian - SPANGL4Q EU Future and Emerging Technologies - Mozilla Firefox

File Edit View History Bookmarks Tools Help


Welcome to SSQN - SSQN Summary in Russian - SPANGL4Q EU Futu... Blackboard Learn

www.spangl4q.eu/welcome-to-spangl4q/summary-in-russian/ Google

Most Visited Getting Started Latest Headlines AIP Applied Physics Letters Optics InfoBase: Opti... Physical Review Letters

# FP7 EU Future and Emerging Technologies Project

## SPANGL4Q



Welcome to SPANGL4Q

- Summary for a general audience
- Summary in German
- Summary in Dutch
- Summary in Russian**

About the project

About the partners

Publications

Posters

Our funders

Guestbook

Contact

### News

**2013**

**2nd-11th September**  
A team from the University of Bristol has visited our new partner at St. Petersburg State University and our exiting partner at the [Institute for Solid State Physics](#), Chernogolovka.

**30th August**  
Ruth Oulton and Martin Lopez-Garcia attended the "[Complex Nanophotonics Science Camp](#)" in Windsor to present work on SPANGL4Q. Dr. Oulton's talk won a prize in the meeting for the consortium's work.

**5th August**

**Добро пожаловать!**  
Добро пожаловать на домашнюю страницу SPANGL4Q – проекта Европейского союза по перспективным и зарождающимся технологиям. Оставьте запись в нашей гостевой книге, чтобы мы знали, кто зашел на нашу страницу.

**Spin Photon Angular Momentum Transfer for Quantum Enabled Technologies**  
**Передача спина фотона и углового момента для квантовых технологий**

Общая информация о проекте

Цель данного проекта состоит в разработке комплекса устройств нанофотоники, обеспечивающих взаимосвязь фотонов со спинами. Область применения таких устройств – технологии квантовой информатики и квантовых телекоммуникаций.

Квантовые информационные технологии могут привести к резкому увеличению скорости и мощности вычислительных средств, если нам удастся разработать особую окружающую среду для квантовых частиц, которые служат битами («кубитами») для вычислений.

Основные принципы квантовой информатики уже известны. Широкий круг ученых работает над экспериментальными методиками, которые позволяют теми или иными способами создавать специальные «запутанные» или «суперпозиционные» состояния, требуемые для технологий квантовой информатики. В качестве наиболее успешных подходов выступают применения фотонов в качестве носителей квантовой информации для передачи ее на большие расстояния и ядерных спинов для хранения информации.

В рамках данного проекта будет решаться ключевая задача, связанная со спинами и фотонами в применении к квантовой информатике. Как фотоны, так и ядерные спины являются идеальными одиночными кубитами именно потому, что они слабо взаимодействуют друг с другом и с окружением. В этом и заключается проблема – для выполнения квантовых вычислений необходимо обеспечить взаимодействие между кубитами.

Мы планируем отыскать способы взаимодействия одиночных фотонов с одиночными электронами, что позволит создать средство передачи информации из краткосрочной квантовой памяти фотонами. Затем планируется найти способы передачи информации от одиночного электрона к квантовой памяти со сверхдлинным временем хранения – одиночному ядру, которое позволит сохранять информацию так долго, что фотон сможет достичь обратной стороны Земли, т.е. несколько сотых секунды.