

D.V.Naumov,  
LNP JINR  
November 23, 2017

## Referee report on the project EDELWEISS-LT

Direct low-mass WIMP searches with HPGe Semiconductor Bolometers

Authors: V. Brudanin et al.

### Introduction

There are a number of cosmological and astrophysical observables that indicate the existence of non-baryonic Dark Matter in the Universe. All these observations are not direct, derived from gravitational effects. In particular, data that was used is from rotational curves of galaxies, from gravitational lensing, from analysis of large-scale structures of the Universe, from microwave background anisotropy and from a number of other data. The Dark Matter part is about 85% of the total mass of matter in the Universe.

The most popular hypothesis about the nature of the Dark Matter is the hypothesis of weakly interacting and stable massive particles - WIMP. Since in the Standard Model (SM) there are no suitable candidates for the DM particles, their observation would make the first discovery of the physical theory outside of the framework of the SM.

At the present time there are no experimental confirmations of WIMPs. Experimental hints obtained by DAMA, CoGeNT and some others, are not supported by the results of such experiments as LUX, SuperCDMS and EDELWEISS-III.

Three years ago, the authors of the proposed project submitted the EDELWEISS-III project. Thanks to its successful implementation, an important physical result that excluded indications for observations of particles of Dark Matter has been obtained.

At the present time, experiments working in this field are concentrated in two main directions: cryogenic detectors operating at temperatures below of 0.1 K and recording, additionally to the ionization energy, the released heat, as well as detectors based on liquid-scintillators. These liquid-scintillators do not currently have competitors in the search for WIMPs with mass in the region of more than a few tens of GeV. While the cryogenic detectors are more sensitive at masses of WIMP less than 10 GeV.

The aim of the proposed project is at achieving of the sensitivity to the WIMPs in the mass region that so far was not achievable.

### Project Aims

Search for Dark Matter particles in form of WIMPs with masses below than 20 GeV.

## Tasks

1. Development of new germanium detectors having a record low energy threshold;
2. Development of new low-background methods;
3. Data taking;
4. Development of methods for detection of neutrons and radon;
5. Modeling, data analysis, preparation of publications.

## Type of the project

Experimental and methodological

## Accumulated experience and achieved results

The authors have important and widely recognized scientific and scientific-methodological results in the research field. In particular, with their active participation, an important limits for the cross section value of the WIMP-nuclei interaction were obtained. These results exclude existing indications of the hints of these particles reported by the DAMA, CoGeNT, etc. collaborations.

The important scientific results obtained are the result of the laborious efforts of the team of authors, gradually, step by step, improving the setup in the fight against the background.

## Conclusions

1. The authors fully fulfilled the commitments taken three years ago.
2. Important results were obtained with their participation.
3. The question of the existence of WIMPs is continued to be open. At the moment, at least for me, it's not obvious - whether it will be possible to detect WIMPs by the proposed method or by any other alternative from other projects. I can say that the proposed project is one of the most sensitive to small masses of Dark Matter particles. The important competitor is the CDMS project.
4. In my opinion, the methodical component of the project is crucially important. In particular, although I may be mistaken, in our institute the authors of this project are between few, if not the only, holders of the knowhow about the work of bolometers.

Therefore, summarizing all of the above, I propose to support this project.

Vice Director LNP JINR  
dmitryvnaumov@gmail.com  
23.11.2017

Dmitry Vadimovich Naumov

Д.В.Наумов,  
ЛЯП ОИЯИ  
23 ноября 2017 г.

## Рецензия проекта EDELWEISS-LT

Прямой поиск легких WIMP с HPGe полупроводниковыми болометрами

Авторы: В.Бруданин и др.

### Введение

Существует ряд космологических и астрофизических наблюдаемых, указывающих на существование во Вселенной небарионной темной материи. Все эти наблюдения - не прямые, основанные на гравитационных эффектах. Используются данные по ротационным кривым в галактиках, гравитационному линзированию, крупно-масштабной структуре Вселенной, микроволновому фону и ряд других данных. Доля такого темного вещества составляет порядка 85% от полной массы вещества во Вселенной.

Наиболее популярной гипотезой о форме темной материи является гипотеза о слабо-взаимодействующих и долго-живущих массивных частицах - WIMP. В Стандартной Модели (СМ) нет подходящего кандидата на эту роль, что сделало бы их наблюдение первым открытием физической теории за рамками СМ.

В настоящее время нет экспериментального подтверждения существования WIMP. Экспериментальные указания, полученные коллаборациями DAMA, CoGeNT и некоторыми другими, не подтверждаются результатами таких экспериментов как LUX, SuperCDMS и EDELWEISS-III.

Авторы предлагаемого проекта 3 года назад подали к рассмотрению проект EDELWEISS-III, успешное выполнение которого позволило получить важный физический результат, исключая указания на наблюдения частиц темной материи.

В настоящее время усилия экспериментаторов, работающих в этой области, сосредоточены на двух главных направлениях: криогенные детекторы, работающие при температурах ниже 0.1 К и регистрирующие кроме энергии ионизации, также выделяемое тепло, а также жидко-сцинтилляционные детекторы. Последние не имеют в настоящее время конкурентов при поиске массы WIMP в области более

нескольких десятков ГэВ, в то время как первые оказываются более чувствительными при массах WIMP менее 10 ГэВ.

Предлагаемый проект направлен на достижение чувствительности к WIMP в области масс этой гипотетической частицы, не достижимой ранее.

## Цели проекта

Поиск частиц темной материи WIMP с массами, менее 20 ГэВ.

## Задачи

1. Разработка новых германиевых детекторов с рекордно низким энергетическим порогом;
2. Разработка новых низкофоновых методов;
3. Набор данных;
4. Разработка методов регистрации нейтронов и радона;
5. Моделирование, анализ данных, подготовка публикаций.

## Характер проекта

Экспериментально-методический

## Задел авторов и достигнутые ранее результаты

Авторы имеют очень важные и общепризнанные научные и научно-методические результаты в этой области. В частности, при активном участии авторов получены важные пределы на величину сечения взаимодействия WIMP с ядром, исключающие существующие указания на обнаружение этих частиц коллаборациями DAMA, CoGeNT и др.

Полученные важные научные результаты являются следствием кропотливой работы авторского коллектива, постепенно улучшающей шаг за шагом каждый элемент установки в борьбе с фоном.

## Заключение

1. Авторы полностью выполнили взятые на себя три года назад обязательства.
2. С их участием получены важные результаты.
3. Вопрос существования WIMP по-прежнему открыт. В настоящий момент, по крайней мере мне, не очевидно - удастся ли обнаружить WIMP методом, предложенным в данном проекте или в любом другом альтернативном. Могу утверждать, что предлагаемый проект является одним из наиболее чувствительных к малым массам частиц темной материи. Серьезным конкурентом является проект CDMS.
4. На мой взгляд, очень важным является методическая составляющая этого проекта. В частности, хотя я могу и ошибаться, авторы этого проекта является если не единственными, то одними из очень немногих носителей знаний о работе болометров в нашем институте.

Поэтому, резюмируя все вышесказанное, предлагаю поддержать данный проект.

Зам. директора ЛЯП ОИЯИ

dmitryvnaumov@gmail.com

23.11.2017

Наумов Дмитрий Вадимович

