Доброго дня!

Тема доповіді стосується сонячних елементів, проте ми з паном Сергієм представляємо фізичний факультет і тому дозвольте буквально декілька слів сказати про нього. Це потужна навчально-наукова інституція, яка має столітню історію. Чи не найбільшою перевагою фізичного факультету є те, що тут гармонійно поєднуються наукові дослідження та навчання студентів. Причому в останньому процесі значна частка пов’язана з використанням викладачами власного дослідницького досвіду. Як можна бачити зі слайду, на факультеті розвиваються практично всі сучасні напрямки фізики і ми пишаємося досягненнями колег у різних галузях.

Що до мене, то я найближче знайомий з ***Master’s program “Physics of Nanosystems”*.** Серед наведеного переліку дисциплін відсутні ті, де напряму зустрічаються слова «сонячні елементи» чи «фотовольтаїка», як може похвалитися мій колега. Проте до відновлювальної енергетики ми підходимо трошки з іншого боку та враховуємо що переважна більшість матеріалів для фотоелектричних перетворювачів наступного покоління є наноструктурними об’єктами і надаємо студентам фундаментальні знання саме з цього напряму.

Але повернемося ближче до теми доповіді. Photovoltaics is widely regarded as the most promising sustainable clean energy technology to meet the rising energy demand of our global population. Загальна ємність встановлених фотоелектричних модулів неухильно зростає, а прогнози ще більш оптимістичні. В цьому аспекті можна виділити два основні напрямки руху наукового пошуку. З одного боку це покращення властивостей або технологічного процесу виготовлення сонячних елементів, які широко використовуються на сьогодні. Насамперед це сонячні елементи на основі кремнію. З іншого боку це пошук нових матеріалів, структур та конфігурацій.

Але в будь-якому випадку експериметальна характеризація сонячних елементів є першочерговою задачею. Ми маємо досвід проведення різноманітних електро-фізичних досліджень та визначення параметрів сонячних елементів за різноманітних умов. Мається на увазі широкий температурний діапазон та різні умови освітлення: сонячне, кімнатне, монохроматичне.

Для сонячних елементів нерідко властивості визначаються насамперед дефектною структурою. Одним з напрямків наших досліджень є цілеспрямована модифікація системи дефектів. Зокрема, цікавою особливістю наших досліджень є використання активного ультразвуку для реалізації процесів інженерії дефектів.

In the last years, materials Informatics (MI) has become one of the leading scientific paradigms, transforming the device development by merging material property measurements with the computational power of informatics algorithms. Machine learning (ML) techniques have proven very successful within the materials Informatics, particularly in scenarios where conventional algorithm-based solutions are not readily apparent. Ми маємо досвід застосування machine learning для харакетризації дефектної структури кремнієвих сонячних елементів і продовжуємо дослідження в цьому напрямі. Причому створення тренувального набору відбувається шляхом моделювання сонячних елементів з різною структурою та дефектним складом.

На наступному слайді наведено приклади декількох останніх публікацій зі згаданої тематики.

Ще одним напрям наших досліджень пов’язаний з термоелектричними генераторами. Одним зі шляхів збільшення ККД таких систем є створення матеріалів, які б володіли низькою теплопровідністю при достатньо високій електропровідності. Одним з можливих кандидатів на роль термоелектриків та теплонакопичувачів є silicon multilayer porous structures. Ми маємо досвід синтезу подібних структур, причому здатні варіювати в широкому діапазоні теплові властивості. Тобто вирішувати задачу термоінженерії.

Окрім синтезу, ми здатні експериментально характеризувати подібні структури. Тут основна роль належить фототермічним та фотоакустичним методам, досвід використання яких надзвичайно великий. Останнім часом в нашій лабораторії також інтенсивно досліджуються можливості використання фазозмінних матеріалів у подібних структурах. Це є одним з найсучасніших напрямків інженерії теплових властивостей.

Нарешті, задача пошуку необхідних термоелектричних матеріалів вирішується і методами комп'ютерного моделювання. Зокрема, ми виконуємо розрахунки теплових властивостей нанониток, композитних та шаруватих структур, де на атомарному рівні вивчаємо процеси теплового транспорту.  Ці матеріали є перспективними для термоелектричних застосувань внаслідок ефективного розсіювання тепла.  В результаті комп'ютерного моделювання проводиться відбір матеріалів з низькою теплопровідністю та досліджується вплив на теплопровідність різних факторів.

Вказані дослідження стали основою десятків статей в рейтингових журналах та розвиваються в рамках діючих наукових проектів. Знову ж таки, декілька останніх публікацій представлені на слайді.

Фактично, йде мова про реалізацію замкненого циклу досліджень: моделювання, синтез матеріалів, експериментальна характеризація. Але ми з радістю відкриємо цей цикл і готові до співпраці. Зокрема ми і раніше співрацювали з французькими партнерами і сподіваємося на продовження таких надзвичайно корисних контактів.

Good day!

The topic of the presentation concerns solar cells, but Mr. Sergey and I represent the Faculty of Physics, so allow me to say a few words about it. Our faculty is a powerful educational and scientific institution with a century-long history. Perhaps the greatest advantage of our Faculty of Physics is the harmonious combination of scientific research and student education. Moreover, a significant part of the latter process is closely related to the use of proffesors' own research experience. As can be seen from the slide, virtually all modern physics directions are developing at the faculty, and we are proud of our colleagues' achievements in various fields.

**2:**

As for myself, I am most familiar with the Master’s program "Physics of Nanosystems." Among the listed disciplines, there are no directly mentioned words like "solar cells" or "photovoltaics," as my colleague can boast. However, in the field of renewable energy, we approach it from a slightly different perspective, considering that the vast majority of materials for next-generation photovoltaic converters are nanostructured objects. We provide students with fundamental knowledge in this specific area.

**3:**

But let's get closer to the topic of the presentation. Photovoltaics is widely regarded as the most promising sustainable green energy technology to meet the rising energy demand of our global population. The overall capacity of installed photovoltaic modules is steadily increasing, and the forecasts are even more optimistic. In this context, we can highlight two main directions of scientific research. On the one hand, it's the improvement of properties or the technological process of manufacturing solar cells that are widely used today, primarily silicon-based solar cells. On the other hand, it's the search for new materials, structures, and configurations.

But in any case, experimental characterization of solar cells is a top priority. We have experience conducting various electro-physical studies and determining the parameters of solar cells under various conditions. This includes a wide temperature range and different illumination conditions: solar, room, and monochromatic.

For solar cells, properties are often determined primarily by the defect structure. One of our research directions is the targeted modification of the defect system. In particular, an interesting feature of our research is the use of active ultrasound to implement defect engineering processes.

**4:**

In recent years, Materials Informatics has become one of the leading scientific paradigms, transforming device development by merging material property measurements with the computational power of informatics algorithms. Machine learning techniques have proven very successful within materials informatics, particularly in scenarios where conventional algorithm-based solutions are not readily apparent. We have experience applying machine learning to characterize the defect structure of silicon solar cells and continue research in this direction. Importantly, the creation of a training dataset involves modeling solar cells with different structures and defect compositions.

**5:**

On the next slide, you will find examples of several recent publications related to the mentioned topics.

**6:**

Another direction of our research is related to thermoelectric generators. One way to increase the efficiency of such systems is to create materials that have low thermal conductivity but sufficiently high electrical conductivity. One of the possible thermoelectrics material and heat accumulators is silicon multilayer porous structures. We have experience in synthesis such structures and can vary their thermal properties widely, addressing thermal engineering problems.

**7:**

In addition to synthesis, we can experimentally characterize similar structures. Photo-thermal and photoacoustic methods play a significant role here, and our experience in using them is extensive. Recently, our laboratory has been intensively researching the possibilities of using phase-change materials in similar structures. This is one of the most modern directions in thermal property engineering.

**8:**

Finally, the task of finding the necessary thermoelectric materials is also solved using computer modeling. In particular, we perform calculations of thermal properties of nanowires, composites, and layered structures, where we study heat transport processes at the atomic level. These materials are promising for thermoelectric applications due to efficient heat dissipation. As a result of computer modeling, materials with low thermal conductivity are selected, and the effect of various factors on thermal conductivity is investigated.

**9:**

The research mentioned above has provided the foundation for numerous articles published in reputable journals and is currently being expanded upon as part of ongoing research projects. Once again, the last several publications are presented on the slide.

**10:**

In fact, we are talking about the implementation of a closed cycle of research: modeling, material synthesis, and experimental characterization. However, we are happy to open this cycle and are ready for cooperation. In particular, we have previously collaborated with French partners and hope for the continuation of such highly beneficial contacts.