# Физико-технический факультет Университета ИТМО Physics and Engineering Department of ITMO University

|  |
| --- |
| асм2.jpg |

**1.Название:** Микро- и наносенсорика

**Course title:** Micro- and nanosensorics

**2. Лектор:** Александр Витальевич Анкудинов

**Lecturer:** Alexandеr V. Ankudinov

**3. Краткая аннотация:**

Курс состоит из двух частей: 1) общеобразовательной и 2) специальной. В достаточно вариабельной первой части делается попытка проанализировать все доступные способы измерения микро и макро расстояний, а также рассматриваются общие вопросы нелинейной динамики (океанские течения, климат и проч.) с акцентом на их связь с физикой коллоидных наноструктур. Вторая часть сфокусирована на изложении физических основ методов сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ) и современной оптической микроскопии, а также на передаче слушателю практических навыков использования СЗМ.

**Short annotation:**

The course consists of two parts: 1) general education and 2) special. In a rather variable first part, an attempt is made to analyze all available methods for measuring micro and macro distances, and also general issues of nonlinear dynamics (ocean currents, climate, etc.) with an emphasis on their relationship to the physics of colloidal nanostructures are discussed. The second part deals with the bases of scanning probe microscopy (SPM) and modern optical microscopy, and focuses on delivering some practical skills of SPM operation.

**4. Название программы и семестр:** Физика полупроводников, 3й семестр

**Study program and semester:** Physics of semiconductors, 3nd semester

**5. Детальное описание курса с разбиением по лекциям/семинарам/практикам:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Раздел I | Общеобразовательный | |
| 1 | Как измеряют микро и макро расстояния. | лекция |
| 2 | Об экспертных оценках на примере физики Гольфстрима | лекция |
| 3 | Формула патента. | лекция/  практика |
| 4 | Резонанс и теория приливов. | лекция |
| 5 | Смачивание: физика грозовых облаков; механизмы высыхания коллоидных капель. | лекция |
| Раздел II | Специальный | |
| 6 | Оптические приборы: глаз, широкопольный микроскоп, телескопы, пленоптическая камера | лекция |
| 7 | Основы сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ): АСМ, СТМ, контактные и бесконтактные методики | лекция |
| 8 | Секреты использования статических, квазистатических, динамических режимов работы СЗМ | лекция |
| 9 | Практика на СЗМ: навыки установки кантилевера (1) и юстировки оптического рычага (ОР)– системы регистрации деформаций кантилевера (2); навыки калибровки ОР (3), жесткости консоли (4), радиуса кривизны зонда (5). | лекция/  мастер класс/  лабораторная  работа |
| 10 | За дифракционным пределом Аббе: широкопольные и конфокальные оптические методики, сканирующая ближнепольная микроскопия. | лекция |
| 11 | Интеграция СЗМ и оптической наноскопии. | лекция |
| 12 | Краткие выступления по вопросам, свободно выбранным из списка предложенных тем. | семинар |

**Detailed content and structure with sectioning of lectures/seminars:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Chapter I | General educational | |
| 1 | How to measure micro and macro distances. | lecture |
| 2 | Expert estimations. On the example of the Gulfstream physics | lecture |
| 3 | How to write patent. | lecture/  practicum |
| 4 | Resonance and tide theory. | lecture |
| 5 | Wetting: physics of thunder clouds; mechanisms for drying colloidal drops | lecture |
| Chapter II | Special | |
| 6 | Optical instruments: eye, wide-field microscope, telescopes, plenoptic camera. | lecture |
| 7 | Fundamentals of scanning probe microscopy (SPM): AFM, STM, contact and noncontact techniques | lecture |
| 8 | Static, quasistatic, dynamic modes of SPM operation: secrets of use. | lecture |
| 9 | Practice on SPM. The students obtain the skills to install the cantilever (1) and to adjust the optical lever (OL) system (OL is used to detect cantilever deformations) (2); the skills to calibrate OL (3), console stiffness (4), probe tip curvature (5). | lecture /master class/practicum |
| 10 | Beyond the Abbe resolution limit: wide-field and confocal optical techniques, scanning near-field microscopy. | lecture |
| 11 | Integration of SPM and optical nanoscopy. | lecture |
| 12 | Short presentations on the selected issue from the list of topics. | Seminar |

**6. Рекомендованная литература:**

* Миронов В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии. Учебное пособие для студентов старших курсов высших учебных заведений. Институт физики микроструктур РАН. Нижний Новгород 2004. 110с. <http://ipmras.ru/UserFiles/publications/mironov/RUS_Fundamentals_SPM.pdf>
* Карпухин С.Д., Быков Ю.А., Атомно-силовая микроскопия. Москва. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012.- 38 с. <http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52243>
* Свищев Г.М., Конфокальная микроскопия и ультрамикроскопия живой клетки.Физматлит. 2011. –120 с. <http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5292>
* Кирилловский В.К. Современные оптические исследования и измерения. Лань. 2010.-304 с. <http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=555>
* Кларк Э.Р., Эберхардт К.Н. Микроскопические методы исследования материалов Москва: Техносфера, 2007.- 371 с.

Интернет:

* Про СЗМ <https://www.ntmdt-si.ru/resources>
* Про оптику <https://www.olympus-lifescience.com/en/solutions/educational-microscopy> (Олимпус); [www.microscopyu.com](http://www.microscopyu.com) (Никон)
* ПО для визуализации и анализа СЗМ данных <http://gwyddion.net/>

**Textbooks:**

* Mironov V.L. Fundamentals of Scanning Probe Microscopy. The textbook for students of the senior courses of higher educational institutions. The Russian Academy of Science Institute of Physics of Microsctructures. 2004. 97 p. <http://ipmras.ru/UserFiles/publications/mironov/Fundamentals_SPM.pdf>
* Bhushan (Ed.) Nanotribology and Nanomechanics. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2005. 1148 p.

Internet:

* SPM. <https://www.ntmdt-si.ru/resources>
* Optical microscopy. <https://www.olympus-lifescience.com/en/solutions/educational-microscopy> (Olympus) ; [www.microscopyu.com](http://www.microscopyu.com) (Nikon)
* Software for SPM data analysis. <http://gwyddion.net/>

**7. Предварительно пройденные курсы, необходимые для изучения предмета:** общая физика, высшая математика.

**Course prerequisites:** general physics, higher mathematics.

**8. Тип самостоятельных заданий:** см. приложенный файл.

**Assignments:** see attached file.

**9. Как оценивается успеваемость по курсу:**

|  |  |
| --- | --- |
| Максимальное количество баллов за курс | 100 |
| Максимальное количество баллов за посещение | 15 |
| Максимальное количество баллов за контрольную работу | 10 |
| Максимальное количество баллов за выступление на семинаре | 20 |
| Максимальное количество баллов за лабораторные работы | 40 |
| Максимальное количество баллов за финальный устный экзамен | 15 |

**Grading policy:**

|  |  |
| --- | --- |
| Highest final grade for the course | 100 |
| Highest final grade for attending classes | 15 |
| Highest final grade for the test | 10 |
| Highest final grade for the talk at the seminar | 20 |
| Highest final grade for the practicum | 40 |
| Highest final grade for the final oral exam | 15 |

**10. Дополнительные комментарии:**

Занятия проводятся на русском языке.

Практическое занятие будет проходить в ФТИ им. А. Ф. Иоффе.

**Additional comments:**

Classes are held in Russian.

Practicum will be held at the Ioffe Institute.