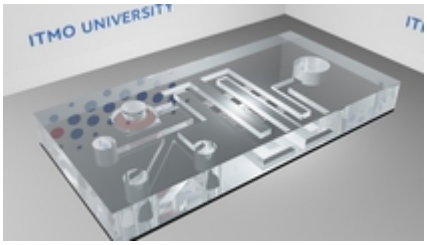
Микрофлюидика/Microfluidics

Лекторы:
Анатолий Отрощенко

Ассистент:
Константин Арабули



Язык:
English

Трудоемкость:
3 з.е.

Образовательная программа:
Нанофотоника
2 семестр
Гибридные материалы
2 семестр
Квантовые материалы
2 семестр
Компьютерное моделирование квантовых и нанофотонных систем
2 семестр

Лекции (ак.час)*	Практические занятия (ак.час)	Лабораторные занятия (ак.час)
34	24	
*1 академический час = 45 минутам		

Microfluidics, as an interdisciplinary field of science, studies the behavior of liquids at microscales and is closely related to the development of micro- and nanotechnology. Modern trends in microfluidics are aimed at modeling the processes of natural systems; analysis of biological objects; study of the toxicity of substances and mechanisms of action on living organisms; development of optical biosensors, etc. As part of the course, students are invited to familiarize themselves with microfluidic technologies as a modern interdisciplinary tool for solving a wide range of problems in physics, hydraulics, dynamics, chemistry and biology. As part of the course, students will get acquainted with current trends, achievements of microfluidic technologies, develop skills and abilities in conducting research in miniaturized microfluidic systems – microfluidic chips, including the design, calculation and manufacture of microfluidic chips with subsequent experimental formulation.

Микрофлюидика, как междисциплинарная область наук изучает поведение жидкостей на микромасштабах и тесно связана с развитием микро- и нанотехнологий. Современные тенденции микрофлюидики направлены на моделирование процессов природных систем; анализа биологических объектов; изучению токсичности веществ и механизмов воздействия на живые организмы; на разработку оптических биосенсоров и др. В рамках курса студентам предлагается ознакомиться с микрофлюидными технологиями, как современным междисциплинарным инструментом для решения широкого спектра задач физики, гидравлики, динамики, химии и биологии. В рамках курса студенты ознакомятся с современными тенденциями, достижениями микрофлюидных технологий, выработают навыки и умения в проведении исследований в миниатюризированных микрожидкостных системах – микрофлюидных чипах, включая проектирование, расчет и изготовление микрофлюидных чипов с последующей постановкой эксперимента.

Содержание курса

2 семестр

Микрофлюидика/Microfluidics

Структура курса

Topics	Lectures (ac.h.)	Seminar (ac.h.)
1. History of microelectromechanical systems and microfluidic devices.		
1.1. History of microfluidic technologies.	2	
2. Theoretical foundations of physical and chemical processes in microfluidic devices.		
2.1. Features of fluid motion at small Reynolds numbers.	2	
2.2. Diffusion in microsystems.	2	2
2.3. Capillary phenomena, multiphase fluid flows in microfluidic devices.	2	2
2.4. Magnetophoresis and magnetic methods of sorting micro and nanoparticles theory, examples.	2	2
2.5. Pneumonics. Streaming logistics.	2	2
3. Modeling of physico-chemical processes in microchips.		
3.1. Basic methods of numerical solution of a system of partial differential equations. Application of software packages. Comsol Multiphysics for solving systems of differential equations describing physicochemical processes in microfluidic devices.	2	
4. Microfluidic device manufacturing technologies		
4.1. Introduction to the basic materials and their properties for the manufacture of microfluidic chips. Criteria for the selection of materials.	2	
4.2. Methods of manufacturing microfluidic chips from polymer materials: familiarity with the technological route, its features and limitations. "Soft" lithography.	2	
4.3. "Simple" microfluidic devices. Multilayer microfluidic devices, design and manufacturing features. Applications of multilayer microfluidic chips.	2	2
4.4. Methods of manufacturing microfluidic chips from various materials (polymers, glass, ceramics, metal).	2	2
4.5. Methods and features of integration of microfluidic chips, valves, microelectrodes, optical elements and control electronics into a microfluidic device.	2	2
5. Methods of chemical, biological and medical research in microfluidic devices		
5.1. Isolation and sorting of biological objects (cells, bacteria and biomolecules) in microfluidic devices.	2	2
5.2. Organ-on-a-chip devices and methods of screening drugs on cell cultures in microfluidic devices.	2	2
5.3. Conducting biochemical reactions in microemulsions.	2	2
5.4. Personal medicine devices based on microfluidic technologies. POC.	2	2
5.5. Features of chemical processes (synthesis) in a microfluidic chip.	2	2
Раздел	**Лекции (ак.ч.)**	**Практика (ак.ч.)**
1. История микроэлектромеханических систем и микрофлюидных устройств		
1.1. История микрофлюидных технологий	2	
2. Теоретические основы физических-химических процессов в микрофлюидных устройствах		
2.1. Особенности движения жидкости при малых числах Рейнольдса	2	
2.2. Диффузия в микросистемах	2	2
2.3. Капиллярные явления, многофазные потоки жидкостей в микрофлюидных устройствах	2	2

2.4. Магнитофорез и магнитные методы сортировки микро и наночастиц теория, примеры.	2	2
2.5. Пневмоника. Потоковая логистика.	2	2
3. Моделирование физико-химических процессов в микрочипах		
3.1. Основные методы численного решения системы дифференциальных уравнений в частных производных. Применение программных пакетов. Comsol Multiphysics для решения систем дифференциальных уравнений, описывающих физико-химические процессы в микрофлюидных устройствах	2	
4. Технологии изготовления микрофлюидных устройств		
4.1. Знакомство с основными материалы и их свойствами для изготовления микрофлюидных чипов. Критерии выбора материалов	2	
4.2. Методы изготовления микрофлюидных чипов из полимерных материалов: знакомство с технологическим маршрутом, его особенностями и ограничениями. «Мягкая» литография.	2	
4.3. «Простые» микрофлюидные устройства. Мультислойные микрофлюидные устройства, особенности проектирования и изготовления. Области применения мультислойных микрофлюидных чипов.	2	2
4.4. Методы изготовления микрофлюидных чипов из различных материалов (полимеры, стекло, керамика, металл).	2	2
4.5. Методы и особенности интегрирования микрофлюидных чипов, клапанов, микроэлектродов, оптических элементов и управляющей электроники в микрофлюидное устройство.	2	2
5. Методы проведения химических, биологических и медицинских исследований в микрофлюидных устройствах		
5.1. Выделение и сортировка биологических объектов (клеток, бактерий и биомолекул) в микрофлюидных устройствах	2	2
5.2. Устройства «Орган-на-чипе» и методы скриннинг лекарственных препаратов на клеточных культурах в микрофлюидных устройствах.	2	2
5.3. Проведение биохимических реакций в микроэмульсиях.	2	2
5.4. Устройства персональной медицины на базе микрофлюидных технологий. POC	2	2
5.5. Особенности проведения химических процессов (синтеза) в микрофлюидном чипе	2	2

Рекомендуемые ресурсы

1. Введение в гидродинамику: [учеб. пособие]/Д. В. Александров, А. Ю. Зубарев, Л. Ю. Искакова. — Екатеринбург : Изд-во Урал, ун-та, 2012. — 112 с.
2. Fundamentals and applications of microfluidics / Nam-Trung Nguyen, Steve Wereley. —2nd ed. — Artech House integrated microsystems series, - 2006. – 497 P.
3. Fabrication, Implementation, and Applications / Sushanta K., Mitra Suman Chakraborty. —Taylor and Francis Group LLC, — 2012. — 642 P.