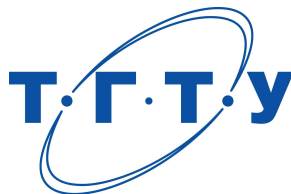


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«Тамбовский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВПО «ТГТУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Директор политехнического лицея-
интерната ФГБОУ ВПО «ТГТУ»

_____ И.Б. Маренкова
« ____ » _____ 20 15 г.

Дополнительная общеразвивающая образовательная программа

«Сканирующая зондовая микроскопия»

Срок реализации программы – 1 год

Автор-составитель:
Осипова И.А. к.п.н.,
Доцент кафедры «Физика»

Тамбов 2015

1. Цель реализации программы

Цель программы: *предоставление новых знаний слушателям и выработка у них практических навыков исследования структуры поверхности твердых тел.*

Задачи:

- *освоить теоретические основы зондовой микроскопии.*
- *изучить принцип работы сканирующего зондового микроскопа Nanoscope.*
- *уметь получать и обрабатывать результаты экспериментов с помощью программы ScanViewer.*

Развиваемые компетенции:

- *способностью владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных;*
- *способностью проводить физико-математическое и физико-химическое моделирование исследуемых процессов и объектов с использованием современных компьютерных технологий;*
- *готовностью применять знания о фундаментальных основах технологических процессов получения материалов и компонентов нано- и микросистемной техники;*

Категория слушателей: учащиеся 10—11 классов

2. Планируемые результаты обучения

Программа «Сканирующая зондовая микроскопия» позволяет полностью соответствовать требованиям к организации учебной деятельности в соответствии с ФГОС последнего поколения и обеспечивает школьникам образовательную среду для реализации следующих подходов: метапредметность и междисциплинарность; самостоятельность в планировании и осуществлении учебной деятельности; организация учебного сотрудничества с педагогами и сверстниками; способность к построению индивидуальной образовательной траектории; владение навыками учебно-исследовательской, проектной и социальной деятельности; внеурочная деятельность 700 часов; индивидуальный учебный план; самостоятельная познавательная деятельность; проектная и учебно-исследовательская деятельность; использование учебного лабораторного оборудования; и др.

Учащиеся должны знать:

- физические основы исследования наноструктурированных материалов;

- принципы, методы и основные режимы работы сканирующих зондовых микроскопов.

Учащиеся должны уметь:

- проводить исследования поверхности наноструктурированных материалов с помощью сканирующего зондового микроскопа НАНОЭДЮКАТОР;
- обрабатывать данные с помощью компьютерных программ, в том числе Scan Viewer и современных методов получения и обработки данных

Учебный план

Программы «Сканирующая зондовая микроскопия»

Категория слушателей – учащиеся 10-11 классов.

Срок обучения – 18 час.

Форма обучения – очная.

№ п/п	Наименование разделов	Всего, час.	В том числе	
			лекции	практич. занятия
1	Принцип работы и устройство сканирующих зондовых микроскопов	4	2	2
2	Атомно-силовой микроскопии (АСМ)	4	2	2
3	Сканирующая туннельная микроскопия (СТМ)	6	3	3
4	Методы обработки изображений	4	2	2
Итоговая аттестация		Экзамен /учебная исследовательская работа		

Учебно-тематический план
 программы повышения квалификации
 «Сканирующая зондовая микроскопия»

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего, час.	В том числе	
			лекции	лаб. занятия
1	2	3	4	5
1	Силы и связи в твердых телах	2	1	1
2	Принципы сканирующей зондовой микроскопии	2	1	1
3	Устройство сканирующего зондового микроскопа	2	2	2
4	Принципы построения изображения	2	1	1
5	Метод атомно-силовой микроскопии	2	1	1
6	Метод сканирующей туннельной микроскопии	4	2	2
7	Литография	2	1	1
8	Методы изготовления зондов	2	1	1

4. Календарный учебный график

1 раз в две недели 3,4,5 пары с понедельника по пятницу.

5. Организационно-педагогические условия реализации программы

5.1. Материально-технические условия реализации программы

Сведения об условиях проведения лекций, семинарских и практических занятий, а также об используемом оборудовании и информационных технологиях:

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий (с указанием адреса)	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
г. Тамбов, ул. Мичуринская, д. 112, корп. А. (Ауд. 222А)	Лекции	ноутбук, мультимедийный проектор, экран, доска

Аудитория 232А г. Тамбов, ул. Мичуринская, 112	Лабораторные занятия	1. Компьютеризированный лабораторный комплекс на базе сканирующего зондового микроскопа Nanoeducator (3). 2. Микроскоп МИИ4 (2) 3. Микротвердомер ПМТЗ (1).
--	----------------------	---

5.2. Учебно-методическое обеспечение программы

Основная литература

1. Миронов, В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии: учебное пособие для вузов / В. Л. Миронов. - М.: Техносфера, 2005. - 144 с.
2. Матухин, В.Л., Физика твердого тела: учебное пособие/ В.Л. Матухин, В.Л. Ермаков. – СПб.: Издательство «Лань», 2011. – 224с. (http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=262).

Дополнительная литература

1. В. С. Эдельман. Сканирующая туннельная микроскопия (обзор). Приборы и техника эксперимента, 1989, №5, с.25.
2. Г. Бинниг, Г. Рорер. Сканирующая туннельная микроскопия - от рождения к юности - Нобелевские лекции по физике - 1996. УФН, т. 154(1988), вып.2, с. 261.
3. Павлов, П.В. Физика твердого тела: учебник для вузов / П. В. Павлов, А. Ф. Хохлов. - 3-е изд., стереотип. - М.: Высш.шк., 2000. - 494 с.
4. Блейкмор, Д. Физика твердого тела: пер. с англ. / Д. Блейкмор. - М.: Мир, 1988. - 608 с.
5. Киттель, Ч. Введение в физику твердого тела / Ч. Киттель; пер. А. А.Гусева, А. В.Пахнева; под общ. ред. А. А.Гусева. - М.: Наука, 1978. - 791 с.

Периодическая литература

Журналы:

1. Физическое образование в вузах. (http://elibrary.ru/title_about.asp?id=9220).
2. Известия высших учебных заведений. Физика. (http://elibrary.ru/title_about.asp?id=7725).
3. Учебная физика. (http://elibrary.ru/title_about.asp?id=9870).
4. Инженерная физика (http://elibrary.ru/title_about.asp?id=7838).
5. Инженерно-физический журнал. (http://elibrary.ru/title_about.asp?id=25251)
6. Журнал технической физики.

(http://elibrary.ru/title_about.asp?id=7801).

Internet-ресурсы

1. <http://www.lib.tstu.ru/> – научная библиотека ТГТУ.
2. <http://www.den-za-dnem.ru/page.php?article=89> - содержит обзор интернет-ресурсов по физике.
3. http://window.edu.ru/window/library?p_rubr=2.2.74.6 - Российский образовательный портал по физике.
4. <http://www.ntmdt.ru> Компания «НТ-МДТ»:
5. <http://www.nanometer.ru> - Портал «Нанометр».
6. <http://www.nanoscopy.net> - Центр перспективных технологий.
7. <http://www.nanoscopy.org> - Учебно-научный центр «Бионаноскопия».
8. <http://www.spm.genebee.msu.ru> - Объединенная группа МГУ «Сканирующая зондовая микроскопия».
9. <http://www.nanoworld.org> - Российское общество сканирующей зондовой микроскопии и нанотехнологий.
10. <http://www.phys.unn.ru> – Физический факультет ННГУ.

Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Программа **NanoEducator**
2. Программа **Oscilloscope**
3. Программа **Scan Viewer**

Вопросы к экзамену по программе:

1. Перечислите межатомные связи в кристаллах. Объясните причину появления и роль Вандерваальсово взаимодействия.
2. Назовите основные компоненты СЗМ и их назначение.
3. Назовите виды датчиков и принципы их действия.
4. Объясните понятие пьезоэлектрического эффекта и принцип действия пьезоэлектрического двигателя. Опишите различные конструкции сканеров.
5. Опишите общую конструкцию прибора NanoEducator.
6. Объясните конструкцию зондового датчика туннельного тока/силового взаимодействия прибора NanoEducator и принцип его действия.
7. Опишите механизм подвода зонда к образцу в приборе NanoEducator. Поясните параметры, определяющие силу взаимодействия зонда с образцом.
8. Объясните принцип сканирования и работы системы обратной связи. Расскажите о критериях выбора параметров сканирования.
9. Опишите зависимость силы взаимодействия от расстояния зонд-образец.
10. Назовите основные режимы работы АСМ и их назначение.

11. Объясните основные способы детектирования силы в контактном режиме АСМ.
12. Объясните принцип работы неконтактного АСМ.
13. Для чего используется режим измерения фазового контраста при работе в неконтактном режиме АСМ?
14. Поясните устройство и принцип действия неконтактного силового датчика прибора NanoEducator.
15. Опишите режим выполнения спектроскопии в приборе NanoEducator.
16. Назовите основные компоненты СТМ и их назначение. Объясните принцип работы СТМ на примере туннельного контакта двух проводников.
17. Поясните устройство и принцип действия туннельного сенсора. Опишите основные параметры, которые вы будете определять в работе.
18. Что такое режим постоянного тока и постоянной высоты? Что такое V- и Z-модуляция? Для чего они применяются?
19. Туннельная спектроскопия. Объясните влияние направления туннелирования электронов на изображение поверхности кремния.
20. Назовите факторы, определяющие качество изображения в СТМ. Какие требования предъявляются к СТМ-зонду?

5.3. Кадровое обеспечение дисциплины

В реализации учебного процесса по дисциплине участвуют следующие преподаватели и сотрудники:

Характеристика педагогических работников							
Фамилия, Имя, Отчество, должность по штатному расписанию	какое образовательное учреждение окончил, специальность (направление подготовки) по документу об образовании	ученая степень, ученое (почетное) звание, квалификационная категория	стаж работы			Основное место работы, должность	Условия привлечения к педагогической деятельности (Штатный работник, внутренний совместитель, внешний совместитель, иное)
			всего	в т.ч. педагогической работы			
				всего	в т.ч. по указанной дисциплине		
1	2	3	4	5	6	7	8
Осипова Ирина Анатольевна, доцент	ТГУ им. Г.Р. Державина, Специальность – физика, информатика и вычислительная техника; Квалификация – учитель физики и информатики	к.п.н., доцент	15	15	15	ФГБОУ ВПО «ТГТУ», доцент кафедры «Физика»	Штатный работник

7. Формы аттестации

Опросы, экзамен. Исследовательская работа.

8. Оценочные материалы

Оценка качества освоения программы включает текущую и итоговую аттестацию обучающихся, выполнение исследовательской работы.

Формы и процедуры текущего и итогового контроля знаний, умений и навыков:

- опросы на семинарах,*
- контроль посещения лекций, практических занятий,*
- экзамен по результатам обучения,*
- исследовательская работа.*