

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 14.05.2017 13:59:36
Уникальный программный ключ:
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра нанотехнологий и инженерной физики

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
О.Г. Локтионова
« 15 » _____ 2017 г.



ЭЛЕКТРОННАЯ МИКРОСКОПИЯ

Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов
направления подготовки 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная
техника» по дисциплине «Электронная микроскопия»

Курск 2017

УДК 53

Составители: А.Е. Кузько, А.В. Кузько

Рецензент

Директор РИЦ, д.ф.-м.н., профессор А.П. Кузьменко

Электронная микроскопия: методические рекомендации для самостоятельной работы студентов направления подготовки 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»/ Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: Кузько А.Е., Кузько А.В. Курск, 2017. 17 с.

Изложены основные требования к организации самостоятельной работы студентов. Перечислены виды и формы проведения самостоятельной работы и ее контроля, раскрыты особенности организационно-методического обеспечения. Представлены задания к самостоятельной работе.

Методические рекомендации соответствуют требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования и учебного плана направления подготовки 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, степень (квалификация) – бакалавр. Материал предназначен для студентов направления подготовки 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» всех форм обучения, а также будет полезен студентам всех других направлений подготовки, изучающих дисциплины нанотехнологического профиля.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать

15.12

Формат 60 x 84 1/16.

Усл. печ. л. 0,98. Уч.- изд. л. 0,89. Тираж 50 экз. Заказ 278 | Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040, Курск, ул. 50 лет Октября, 94

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Самостоятельная работа студентов (СРС) - одна из форм индивидуальной работы студентов, важнейшая составная часть процесса подготовки будущих специалистов.

Целями СРС являются формирование у студентов навыков к самостоятельному творческому труду, умение решать профессиональные задачи с использованием всего арсенала современных средств, потребность к непрерывному самообразованию и совершенствованию своих знаний; приобретение опыта планирования и организации рабочего времени и расширение кругозора.

Самостоятельная работа студентов способствует активизации умственной деятельности и самостоятельному усвоению знаний, формированию профессиональных умений и навыков, обеспечивает формирование общекультурных, профессиональных компетенции будущего специалиста. Она максимально развивает познавательные и творческие способности личности в рамках актуализации компетентностного подхода.

Кроме того, СРС позволяет студенту развивать свои возможности, потребности, интересы посредством проектирования собственного индивидуального образовательного маршрута, побуждает к научно-исследовательской работе.

Самостоятельная работа студентов включает в себя два вида: аудиторную и внеаудиторную работу.

Самостоятельная аудиторная работа студентов (САРС) по дисциплине выполняется под непосредственным руководством и контролем преподавателя, по его заданию. САРС осуществляется в сроки, определяемые учебным планом и расписанием занятий.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентами по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия и не регламентируется расписанием занятий. Она может выполняться студентами с использованием дистанционных образовательных технологий в различных формах, главным принципом которых является удаленная СРС, где студент и преподаватель взаимодействуют (передают и получают задания, методические материалы, контрольные вопросы, тестовые задания и т. п. в электронном виде) посредством

локальной и глобальной сетей. Формами реализации такой работы могут быть различные способы ИТ-коммуникаций, выбираемые преподавателем с учетом особенностей преподавания дисциплины.

Объем времени на САРС включается в общий объем времени, отведенного на СРС, согласно учебному плану. При этом на САРС не переносятся лабораторные, практические, семинарские и другие занятия, предусмотренные расписанием.

Самостоятельная аудиторная работа студентов включает следующие формы работ:

- дополнительные занятия;
- текущие консультации по дисциплине;
- консультация и защита рефератов;
- консультация и прием индивидуальных домашних заданий;
- консультации по расчетно-графическим, курсовым работам (проектам) в рамках дисциплин;
- консультации по выпускным квалификационным работам;
- учебно-исследовательская работа.

Внеаудиторная СРС, в том числе с использованием дистанционных образовательных технологий, включает следующие формы работ:

- работа с учебниками, учебными и методическими пособиями (как на бумажных, так и на электронных носителях);
- работа с первоисточниками;
- работа с конспектами лекций, научными статьями;
- составление конспектов в виде электронного документа, презентаций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая электронные учебные издания (электронные учебники, курсы, презентации, модели, анимированные изображения, видео - кейсы, библиотеки, контрольно-измерительные материалы и др.);
- расчетные и расчетно-графические работы;
- чертежные работы;
- подготовка к семинарам, практическим и лабораторным занятиям, в том числе по материалам электронных учебных изданий,

специализированных тематических сайтов, электронных копий научных статей и т. п.;

- составление отчетов по лабораторным работам;
- переводы иностранного текста (внеаудиторное чтение);
- составление электронного аннотированного списка статей из соответствующих журналов и сайтов по отраслям знаний;
- научный эксперимент, размышления и обсуждения, выполнение микроисследований с представлением их результатов в виде электронных презентаций, таблиц, сводных графиков и т. п.;
- выполнение логических заданий в условиях проблемных ситуаций;
- осуществление самоконтроля (компьютерное тестирование и т. д.);
- подготовка к модулю;
- подготовка к тестированию;
- написание рефератов, эссе, докладов, отчетов по практике в виде электронного документа или с подготовкой презентации;
- подготовка к деловой игре, оформление её результатов и др.
- выполнение домашних заданий в виде решения отдельных задач, проведения типовых расчетов, индивидуальных работ по отдельным разделам содержания дисциплин и т. д.;
- проработка тем, вынесенных в рабочей программе дисциплины на самостоятельное изучение;
- выполнение курсовых работ/проектов;
- подготовка к контрольной работе.

Формы, объем и содержание заданий по СРС устанавливается кафедрой в соответствии с учебными планами и рабочими программами учебных дисциплин.

1. ПЛАНИРОВАНИЕ СРС

Основой для планирования СРС являются:

- федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования (ФГОС ВО) ;

- учебный план специальности (направления подготовки);
- рабочая программа дисциплины.

В соответствии с требованиями ФГОС ВО объем изучаемых дисциплин в рабочих учебных планах установлен (нормирован) в академических часах и включает в себя аудиторную и самостоятельную (внеаудиторную) работу студентов. Трудоемкость самостоятельной работы по дисциплине определяется из рабочих учебных планов.

Затраты времени на выполнение всех форм СРС по каждой дисциплине строго соответствуют действующему учебному плану специальности (направления подготовки), а содержание - требованиям основной образовательной программы ВО.

Методика планирования самостоятельной работы складывается из следующих элементов:

$$T_{\text{сум}} = T_{\text{лп}} + T_{\text{сп}} + T_{\text{зэ}} + T_{\text{из}}$$

$T_{\text{сум}}$ – суммарное время на СРС по данной дисциплине, определенное учебным планом, ч;

$T_{\text{лп}}$ – время на подготовку к лекциям, лабораторным, практическим, семинарским занятиям, ч;

$T_{\text{сп}}$ – время на самостоятельное изучение разделов и тем учебной дисциплины;

$T_{\text{зэ}}$ - время на подготовку к зачетам и экзаменам;

$T_{\text{из}}$ - время на самостоятельное выполнение индивидуальных заданий (курсовой проект, курсовая работа, расчетно-графическая работа, конспект, реферат, упражнение и др.).

Сведения о СРС указываются в рабочей программе каждой дисциплины и утверждаются зав. кафедрой и деканом до начала учебного семестра. В них указываются перечень выполняемых работ, их содержание, объем заданий в часах, сроки выполнения и проведения контроля.

После ознакомления с этой информацией, каждый студент составляет график самостоятельной работы и график сдачи модулей с указанием сроков их выполнения.

При составлении графика СРС необходимо исходить из условий:

- согласования сроков выполнения СРС по всем дисциплинам;

- обеспечения ритмичности работы в течение семестра;
- отсутствия перегрузки заданиями в течение какой-либо недели.

Рекомендуется планировать завершение на одной неделе не более 2 заданий по СРС.

2. ОРГАНИЗАЦИОННО - МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СРС

Организационно-методическое обеспечение СРС включает разработку и проведение комплекса мероприятий по планированию и организации СРС:

- планирование СРС;
- обеспечение учебной литературой, методическими пособиями, в том числе электронными учебными изданиями, компьютерной техникой, программными продуктами;
- создание учебно-лабораторной базы и ее оснащение в соответствии с содержанием самостоятельной работы по курсам учебных дисциплин;
- создание необходимых условий для СРС в общежитиях, библиотеках, читальных залах, компьютерных классах.

Активизация СРС при проведении различных видов учебных занятий включает:

- переработку учебных планов и программ в рамках существующих ФГОСов с целью увеличения доли СРС. При этом должна учитываться обеспеченность тем и разделов учебной литературой и ее доступность для всех обучающихся;
- оптимизацию методов обучения, внедрение в учебный процесс современных образовательных и информационных технологий с учетом компетентностного подхода;
- разработку собственных электронных учебных изданий на основе имеющихся инструментов и средств;
- совершенствование системы текущего оперативного контроля СРС в течение семестра (использование возможностей балльно-рейтинговой системы, компьютеризированного тестирования и др.);

- совершенствование методики проведения практик и научно-исследовательской работы студентов;
- модернизацию системы курсового и дипломного проектирования для увеличения самостоятельности студентов на всех этапах работы.

Работа по учебно-методическому и техническому обеспечению СРС включает:

- определение тем дисциплины для самостоятельного изучения;
- определение форм самостоятельной работы;
- определение приемов контроля результатов СРС;
- техническое обеспечение СРС с использованием дистанционных образовательных технологий;
- обучение и консультация профессорско-преподавательского состава по разработке электронных учебных изданий и применению дистанционных образовательных технологий;
- разработка нового специализированного ПО.

Руководство СРС осуществляется преподавателями кафедры. В функции преподавателя входит:

- разработка календарно-тематического плана выполнения СРС по учебному курсу;
- определение объема учебного содержания и количества часов, отводимых на СРС, с учетом компетентностного подхода;
- подготовка пакета контрольно-измерительных материалов и определение периодичности контроля;
- определение системы индивидуальной работы со студентами.

Мониторинг СРС предусматривает организацию и корректировку учебной деятельности студентов, помощи при возникающих затруднениях. Контроль СРС предусматривает соотнесение содержания контроля с целями обучения; соответствие предъявляемых заданий тому, что предполагается проверить; дифференциацию контрольно-измерительных материалов.

К видам контроля СРС относятся

- текущий (оперативный) контроль;
- рубежный контроль;

- итоговый контроль (зачет, экзамен);
- самоконтроль.

Формами контроля СРС являются

- устный контроль;
- письменный контроль;
- тестовый контроль.

В качестве примеров можно привести блиц-опрос, индивидуальные собеседования, проверка выполнения домашних заданий, обсуждение рефератов, анализ производственных ситуаций, дискуссия, пресс-конференция, решение задач, защита курсовых работ, отчетов по практике и др.

Примерами реализации форм контроля СРС с использованием дистанционных образовательных технологий могут быть указанные в табл. 1.

Таблица 1

Формы контроля	Возможные способы реализации в СРС
текущий (оперативный) контроль	- тестовые задания
рубежный контроль	- тестовые задания - электронная письменная работа, презентация - индивидуальное или групповое задание
итоговый контроль (зачет/экзамен)	- тестовые задания - электронная письменная работа, презентация - индивидуальное или групповое задание - on-line общение через средства телекоммуникаций: электронной почты, чаты, ICQ, SKYPE, вебинары и др.
самоконтроль	- тестовые задания

3. ЗАДАНИЕ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ

В рамках изучения студентами дисциплины «Электронная микроскопия» предусматривается выполнение самостоятельной работы по следующим темам:

Объем и содержание самостоятельной работы студентов

№ раздела (темы)	Наименование раздела (темы) дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час.
1	2	3	4
1	История создания и основные принципы работы РЭМ и ПЭМ.	2 неделя	2
2	Взаимодействие пучка ускоренных электронов с веществом	4 неделя	2
3	Виды взаимодействия, получаемая информация	6 неделя	2
4	Общие элементы электронно-оптических приборов	8 неделя	2
5	Типы приставок электронных микроскопов. Виды датчиков и их особенности	10 неделя	4
6	Основы растровой электронной микроскопии	12 неделя	2
7	Основы просвечивающей электронной микроскопии	14 неделя	2
8	Электронно-зондовый рентгеновский микроанализ	16 неделя	2
Итого:			18

Вопросы для самоподготовки по электронной микроскопии

1. Разрешающая способность микроскопа и способы её улучшения.
2. История создания и основные принципы работы РЭМ и ПЭМ. Отличие РЭМ от ПЭМ (разрешающая способность, глубина резкости)
3. Латеральное разрешение и разрешение по глубине.
4. Виды генерации процессов на массивном образце. Использование информативных сигналов в РЭМ.
5. Виды генерации процессов в тонком образце. Использование информативных сигналов в ПЭМ.
6. Информативность сигналов в электронной микроскопии.
7. Виды используемых приставок для электронных микроскопов.
8. Описание процессов рассеяния. Сечение рассеяния. Длина свободного пробега. Длина свободного пробега при нескольких процессах рассеяния.
9. Упругое и неупругое рассеяние. Связь их углов рассеяния.
10. Типы механизмов потери энергии электронов при неупругом рассеянии.
11. Потери энергии электронов при неупругом рассеянии по Бете. Формула Блоха. Условия применимости формулы Бете.
12. Длина пробега по Бете. Формулы Поттса.
13. Характеристики области возбуждения во вторичных электронах, отражённых электронах, характеристическом рентгеновском излучении и оже-электронах.
14. Вторичная электронная эмиссия. Объяснение характерного спектра ВЭЭ.
15. Коэффициент истинно-вторичной эмиссии. Коэффициенты неупруго отражённых и упруго отражённых электронов. Вклад истинно-вторичных электронов для обратно отражённых электронов и электронов отражённых от стенок камеры.
16. Скорость потерь, средняя длина, вероятность выхода, характерная глубина выхода вторичных электронов.
17. Зависимость коэффициента истинно-вторичной эмиссии от порядкового номера элемента и энергии первичных электронов и его значимость при исследовании образцов. Управление зарядкой мишени.

18. Зависимость коэффициента вторичной эмиссии от угла падения. Кантен-эффект, его объяснение и учёт при интерпретации изображений.
19. Объяснение и использование характеристического рентгеновского излучения. Сплошное рентгеновское излучение.
20. Объяснение и использование оже-электронов. Дифференцирование зависимости $N(E)$. Сплошное рентгеновское излучение.
21. Явление контаминации. Формула Канае-Окаяма.
22. Эмпирические закономерности явления контаминации. Изменение размеров структур при контаминации. Использование контаминации для настройки электронного зонда.
23. Зависимость нагрева мишени от параметров электронного зонда и образца.
24. Конструкции и виды электронных пушек.
25. Сравнение характеристик различных видов катодов для электронных пушек.
26. Свойства электронных пушек (интенсивность, яркость, монохроматичность, стабильность).
27. Схема электронной пушки с термоэмиссионным катодом.
28. Роль цилиндра Венельта. Кроссовер. Диаметр электронного зонда в кроссовере.
29. Напряжение смещения в стабилизации и изменении электронного тока.
30. Яркость электронного пучка термокатода. Длина когерентности электронного пучка. Критический размер области эмиссии электронов.
31. Электромагнитные линзы (схема, структура). Требования к полюсным наконечникам.
32. Траектории электронов в ЭМ-линзах. Эффект закручивания.
33. Управление током в конденсорной линзе
34. Измерение тока цилиндром Фарадея
35. Сферическая абберрация ЭМ-линз. Методы её исправления. Коэфф. сфер. абберрации
36. Хроматическая абберрация ЭМ-линз. Методы её исправления. Коэфф. хром. абберрации
37. Дифракционная абберрация и её связь с углом обзора апертуры линзы и энергией электронов

38. Совокупное влияние aberrаций и выбор оптимального угла обзора апертуры линзы
39. Астигматизм. Принцип работы стигматоров
40. Вакуумная система электронных микроскопов. Характеристики дифференциальной вакуумной откачки
41. Форвакуумный насос. Роторно-пластинчатый, жидкостно-кольцевой насос
42. Турбомолекулярный и диффузионный насосы. Преимущества и недостатки
43. Ионно-сорбционные вакуумные насосы. Роль электрического поля и паров Ti
44. Условное деление вакуума различной глубины и его использование в рабочей камере, электронной колонне и электронной пушке
45. Держатели образцов (гониометры) и их виды
46. Система регистрации изображения в обычном и сканирующем режимах
47. Растровая электронная микроскопия. Характеристики низковакуумной модели JSM-6610LV (JEOL)
48. Типичные задачи и характеристики РЭМ
49. Теоретический диаметр пучка
50. Основные части РЭМ и его функциональная схема
51. Система управления и возможности управления образцом в JSM-6610LV
52. Типы объектных линз (классическая и иммерсионная) и их особенности. Отличия в работе оптического и электронного (растрового) микроскопов
53. Разрешение РЭМ. Ток зонда в зависимости от диаметра зонда и ускоряющего напряжения для различных РЭМ. Оптимальные области работы РЭМ
54. Глубина фокуса. Изменение глубины фокуса с изменением размера апертуры
55. Классический детектор Эверхарта-Торнли. Схема, режимы и принципы работы, преимущества и недостатки
56. Модифицированный детектор Эверхарта-Торнли, полупроводниковые детекторы «in lense»
57. Полупроводниковые детекторы вторичных электронов. Преимущества

58. Детекторы химического (элементного) контраста: класс. твёрдотельные полупроводниковые детекторы, детекторы Робинсона
59. Полупроводниковый детектор обратнорассеянных (отраженных) электронов. Осуществление топографического и химического контраста на детекторе обратнорассеянных (отраженных) электронов
60. Виды контраста в РЭМ. Режим регистрации истинно вторичных электронов
61. Виды контраста в РЭМ. Режим регистрации обратноотражённых электронов
62. Приёмы борьбы с зарядом образца
63. Детектор дифракции отражённых электронов. Преобразование Хуга
64. Энергодисперсионный анализ характеристического рентгеновского излучения
65. Катодолюминесценция
66. Какова область применения просвечивающей электронной микроскопии?
67. Каковы способы улучшения разрешения ПЭМ?

Форма контроля выполнения самостоятельной работы выбирается преподавателем.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы

Студенты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплин пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками кафедры в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине организуется:

библиотекой университета:

- библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с УП и данной РПД;
- имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

кафедрой:

- путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического и справочного материала;
- путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств.
- путем разработки:
 - методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной работы студентов;
 - заданий для самостоятельной работы;
 - тем рефератов и докладов;
 - тем курсовых работ и проектов и методические рекомендации по их выполнению;
 - вопросов к экзаменам и зачетам;
 - методических указаний к выполнению лабораторных и практических работ и т.д.

типографией университета:

- помощь авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;
- удовлетворение потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Вознесенский, Э. Ф. Методы структурных исследований материалов. Методы микроскопии [Электронный ресурс]: учебное пособие / Э. Ф. Вознесенский, Ф. С. Шарифуллин, И. Ш. Абдуллин. - Казань : Издательство КНИТУ, 2014. - 184 с. // Режим доступа –<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428294>
2. Сканирующая электронная микроскопия и рентгеноспектральный микроанализ в примерах практического применения [Текст] : учебное пособие / авт., ред. М. М. Криштал [и др.]. - Москва : Техносфера, 2009. - 206 с.
3. Газенаур, Е.Г. Методы исследования материалов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е. Г. Газенаур, Л. В. Кузьмина, В. И. Крашенинин. - Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2013. - 336 с. - ISBN 978-5-8353-1578-9 // Режим доступа – <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232447>
4. Уэйли Жу, Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий: методы и применение [Электронный ресурс]: учебное пособие / Уэйли Жу, Жонг Лин Уанга, пер. К.И. Домкин. - Москва : Лаборатория знаний, 2017. - 601 с. - ISBN 978-5-00101-478-2 // Режим доступа – <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=462149>

5. Сигов, А.С. Методы получения и исследования наноматериалов и наноструктур: лабораторный практикум по нанотехнологиям [Электронный ресурс]: учебное пособие / под ред. А.С. Сигова. - Москва : Лаборатория знаний, 2017. - 187 с. - ISBN 978-5-00101-473-7 // Режим доступа – <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=462142>
6. Кузнецов, Н.Т. Основы нанотехнологии [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.Т. Кузнецов, В.М. Новоторцев, В.А. Жабрев, В.И. Марголин. - Москва : Лаборатория знаний, 2017. - 400 с. - ISBN 978-5-00101-476-8 // Режим доступа – <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=462147>
7. Смирнов, С.В. Методы и оборудование контроля параметров технологически х процессов производства наногетероструктур и наногетероструктурных монолитных интегральных схем : учебное пособие [Электронный ресурс] / С.В. Смирнов. - Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2010. - 115 с. 9 // Режим доступа – <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208659>
8. Томас, Г. Просвечивающая электронная микроскопия материалов [Текст] / под ред. и пер. с англ. Б. К. Вайнштейна. - Москва : Наука, 1983. - 317 с.
9. Основы аналитической электронной микроскопии [Текст] / Д. Е. Ньюбури, Дж. М. Каули, Д. Б. Вильямс: Пер. с англ. - М. : Металлургия, 1990. - 583 с.

Учебно-методические указания

10. Электронная микроскопия [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов направления подготовки 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» / ЮЗГУ ; сост.: А.Е. Кузько, А.В. Кузько. - Курск : ЮЗГУ, 2017. - 100 с.
11. Электронная микроскопия [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению практических работ для студентов направления подготовки 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» / ЮЗГУ ; сост.: А.Е. Кузько, А.В. Кузько. - Курск : ЮЗГУ, 2017. - 70 с.
12. Электронная микроскопия [Электронный ресурс] : методические рекомендации для самостоятельной работы студентов направления подготовки 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» / ЮЗГУ ; сост.: А.Е. Кузько, А.В. Кузько. - Курск : ЮЗГУ, 2017. - 17 с.

Другие учебно-методические материалы

Отраслевые научно-технические журналы в библиотеке университета:

Нанотехнологии: наука и производство.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

1. <http://biblioclub.ru> - электронно-библиотечная система;
2. www.informika.ru - федеральный портал «Российское образование»;
3. <http://thesaurus.rusnano.com> - междисциплинарное обучение в сфере нанотехнологий;

4. <http://elibrary.ru/defaultx.asp> - научная электронная библиотека «Elibrary»;
5. www.diss.rsl.ru - электронная библиотека диссертаций;
6. <http://www1.fips.ru> - патентно-информационные продукты ФИПС;
7. <https://www.scopus.com/freelookup/form/author.uri> - сайт для поиска публикаций в scopus.

Перечень интернет-ресурсов

1. <http://www.microscopy.ethz.ch/history.htm> - история создания электронного микроскопа;
2. <http://www.microscopist.ru/> - профессиональный портал по электронной микроскопии
3. <http://www.chem.msu.su/rus/library/welcome.html> - Научная библиотека химического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова
4. <https://www.rsl.ru/ru/4readers/> - [Российская Государственная Библиотека](#)
5. <http://www.viniti.ru/products/viniti-database> - Федеральная база отечественных и зарубежных публикаций по естественным, точным и техническим наукам, официальный сайт Всероссийского института научной и технической информации РАН
6. <http://www.nano-edu.ru/> сайт образовательного сегмента национальной нанотехнологической сети
7. <http://thesaurus.rusnano.com> - словарь терминов от Роснано
8. <http://www.nanometer.ru/> - сайт нанотехнологического сообщества, новости по нанотехнологиям
9. <http://www.nanoindustry.su/journal> - научно-технический журнал по наноиндустрии