

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждено:
на заседании кафедры
протокол №5 от «24» июня 2021 г.

Согласовано:
Председатель УМК физико-технического
института

Зав. кафедрой _____ / Т.И. Шарипов



_____/М.Х. Балапанов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

дисциплина _____ Сканирующая зондовая микроскопия _____
(наименование дисциплины)

_____ вариативная _____

(Цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору))

программа бакалавриата

Направление подготовки

03.03.03 Радиофизика

(наименование ООП ВПО направления подготовки или специальности с указанием кода)


Профиль(и) подготовки

_____ Цифровые технологии обработки информации _____

Квалификация

_____ бакалавр _____

(указывается квалификация)

Разработчик (составитель) <u>Доктор физ.-мат. наук, профессор</u> (должность, ученая степень, ученое звание)	 _____/ <u>Бахтизин Р.З.</u> (подпись, Фамилия И.О.)
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Для приема: 2021 г.

Уфа 2021 г.

Составитель / составители: Бахтизин Р.З., д.ф.-м.н., проф. кафедры физической электроники и нанопластики БашГУ.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры протокол от «24» июня 2021 г. № 5

Заведующий кафедрой



_____ / Т.И. Шарипов /

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине
 - 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
 - 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
 - 4.3. *Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)*
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
 - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
 - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
(с ориентацией на карты компетенций)

При изучении дисциплины у обучающегося должны формироваться следующие компетенции:

ПК-1 способностью понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования

ПК-2 способностью использовать основные методы радиофизических измерений

Для формирования указанных компетенций и освоения образовательной программы обучающийся должен показать следующие результаты обучения по дисциплине:

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	1. Знать физические принципы работы всех составляющих СЗМ, в том числе сканеров, зондов, двигателей подвода, систем амортизации и виброзащиты, ла-зерной системы слежения за зондом и систем управления	ПК-1	
	2. Знать физические принципы работы и конструктивные схемы СЗМ и их отдельных узлов	ПК-2	
	3. Знать экспериментальные приёмы получения атомного разрешения в СЗМ и математические основы методов обработки и анализа СЗМ - кадров	ПК-1	
Умения	1. Уметь собирать сканирующий туннельный и атомно-силовой микроскопы из их компонент	ПК-1	
	2. Уметь настраивать рабочие параметры и получать кадры рельефа и соответствующие ему карты физических характеристик образцов	ПК-1, ПК-2	
Владения (навыки / опыт деятельности)	1. Владеть практическими навыками сборки и настройки СЗМ	ПК-1	
	2. Владеть практическими навыками использования СЗМ для проведения физических экспериментов	ПК-1, ПК-2	

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Цели курса:

- Ознакомление студентов с методами зондовой микроскопии (сканирующей туннельной, атомно-силовой, сканирующей ближнепольной);
- Формирование практических навыков работы на современных сканирующих зондовых микроскопах.

Задачи курса:

- Изучение физических основ зондовой микроскопии ;
- Изучение основных измерительных методик;
- Ознакомление с современными зондовыми микроскопами;
- Приобретение основных приемов работы на современных зондовых микроскопах.

Дисциплина «СЗМ» относится к *вариативной* части рабочего учебного плана. Дисциплина изучается на *4 курсе* в *7 семестре*.

Для её успешного освоения требуется владение ряда компетенций бакалавра по направлению 03.03.03 “Радиофизика”. Знания, умения и навыки, полученные при изучении курса, являются опорными для прохождения научно-исследовательской практики и написания выпускной квалификационной работы.

Для освоения данной дисциплины студенту, кроме знания разделов общей и теоретической физики необходимы знания физики полупроводников, умение решать простейшие дифференциальные уравнения, начальные сведения по теории вероятностей и статистике, по эмиссионной электронике, по кристаллографии

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции

ПК-1 способностью понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		«Не зачтено»	«зачтено»		
Первый этап (начальный уровень)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Основные измерительные методики АСМ и получаемую информацию 2. знать принципиальные схемы ЦАП и АЦП, применяемые в СЗМ. 	0-59 баллов	60-100 баллов		
Второй этап (базовый уровень)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Уметь понимать физические принципы работы отдельных составляющих сканирующих зондовых микроскопов. Уметь анализировать СЗМ - изображения поверхностей, в т.ч. устранять некоторые артефакты. 	0-59 баллов	60-100 баллов		
	<ol style="list-style-type: none"> 2. Уметь использовать правильную терминологию, определения, обозначения в СЗМ. Уметь проводить калибровку атомно-силового микроскопа 				
	<ol style="list-style-type: none"> 3. Уметь определять и оценивать шероховатость поверхности на полученном АСМ-изображении 				
Третий этап (повышенный уровень)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Владеть навыками работы с зондовыми микроскопами. Владеть навыками настройки системы регистрации отклонений балки кантилевера. 	0-59 баллов	60-100 баллов		
	<ol style="list-style-type: none"> 2. Владеть навыками выбора режима сканирования: направление, скорость, шаг, область сканирования. Владеть навыками калибровки с помощью тест-объектов, настройки на пользовательском уровне. 				

ПК-2 способностью использовать основные методы радиофизических измерений

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Не зачтено»	«зачтено»
Первый этап (начальный уровень)	Знать физические принципы работы отдельных составляющих сканирующих зондовых микроскопов	0-59 баллов	60-100 баллов
Второй этап (базовый уровень)	1. Уметь применять цифровые фильтры к полученным СЗМ-изображениям.	0-59 баллов	60-100 баллов
	2. Уметь различать цифровые фильтры по принципу действия.		
	3. Уметь формулировать обоснованные технические требования к системе виброзащиты		
Третий этап (повышенный уровень)	1. Владеть навыками проведения измерений топографии поверхности графита.	0-59 баллов	60-100 баллов
	2. Владеть навыками по настройке режимов работы микроскопа		

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10 баллов) и за ответы обучаемого на экзамене – максимум 30 баллов.

Шкала перевода баллов рейтинга в пятибалльную шкалу итоговой оценки по дисциплине:

- от 0 до 44 баллов – «неудовлетворительно»
- от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;
- от 60 до 79 баллов – «хорошо»;
- от 80 до 110 баллов – «отлично».

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап Знания	1. Знать физические принципы работы отдельных составляющих сканирующих зондовых микроскопов 2. Знать устройство микроскопа	ПК-1, ПК-2	Тест в Системе централизованного тестирования БашГУ Moodle.

	(СЗМ). 3. Основные измерительные методики СЗМ и получаемую информацию		Защита отчетов по лабораторным работам
2-й этап Умения	1. Уметь применять цифровые фильтры к полученным СЗМ-изображениям.	ПК-1, ПК-2	Тест в Системе централизованного тестирования БашГУ Moodle. Защита отчетов по лабораторным работам
	2. Уметь различать цифровые фильтры по принципу действия.	ПК-1, ПК-2	Тест в Системе централизованного тестирования БашГУ Moodle. Защита отчетов по лабораторным работам
	3. Уметь формулировать обоснованные технические требования к системе виброзащиты	ПК-1, ПК-2	Тест в Системе централизованного тестирования БашГУ Moodle.
3-й этап Владеть навыкам и	2. Владеть навыками проведения измерений топографии поверхности графита.	ПК-1, ПК-2	Тест в Системе централизованного тестирования БашГУ Moodle. Защита отчетов по лабораторным работам
	2. Владеть навыками по настройке режимов работы микроскопа	ПК-1, ПК-2	Тест в Системе централизованного тестирования БашГУ Moodle. Защита отчетов по лабораторным работам

4.3 Рейтинг-план дисциплины

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении 2.

Экзаменационные билеты

Структура экзаменационного билета:

Билет состоит из двух теоретических вопросов.

Примерные вопросы для экзамена:

1. Классификация всех видов микроскопов. Семейство СЗМ.
2. Основные компоненты СЗМ. Структура СЗМ.
3. Эффект туннелирования электронов.
4. Режим зонда Кельвина.

5. АСМ с проводящим зондом.
6. Пьезодвижители: конструкция, виды.
7. Измерение работы выхода.
8. Сканирующая туннельная спектроскопия.
9. Виды зондов всех микроскопий. Методы их изготовления.
10. Принцип действия атомно-силового микроскопа. Режимы работы СЗМ.
11. Литография. Виды литографий. Применение.
12. Артефакты в СЗМ. Назовите причины их появления и методы устранения.
13. Для чего используется обработка изображений в СЗМ? Назовите стандартные процедуры обработки изображения.
14. Какие факторы вносят искажения в реальный рельеф поверхности. Назовите условия возникновения общего наклона на поверхности; как его устранить?
15. Для чего необходимо проводить калибровку (тестирование)? Какие природные объекты можно использовать в качестве тестовых структур?
16. Определение шероховатости поверхности. Какие параметры используются в АСМ для оценки шероховатости исследуемой поверхности?
17. Жидкостная ячейка.
18. Вакуумная туннельная микроскопия.
19. Многопроходные методики.
20. Требуется ли для проведения СТМ-исследований определенная степень вакуума? Если да, то какая? Если нет, то почему?
21. Опишите работу цепи обратной связи в СТМ, в АСМ.
22. Сравните методы исследования топографии поверхности методом СТМ при постоянной высоте и постоянном токе.
23. Перечислите известные Вам силы взаимодействия зонд - образец и укажите их зависимость от расстояния. Нарисуйте типичную кривую подвода-отвода и расскажите, каким силам какой участок отвечает.
24. Расскажите об устройстве зонда АСМ и назовите типичные геометрические размеры его элементов. Как производятся зонды АСМ?

25. Расскажите про ползучесть (creep), гистерезис и нелинейность пьезокерамики; дрейф зонда относительно образца. К каким артефактам на АСМ-изображениях они приводят?
26. Как происходит детектирование изгибов зонда в АСМ? Представив световое пятно на фотодетекторе круглым, нарисуйте зависимость сигнала DFL от вертикального изгиба зонда.
27. Эффект уширения профиля и эффект занижения высот.
28. Виды калибровочных решеток. Как производится калибровка АСМ по трем направлениям?

Пример экзаменационного билета:

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»

Физико-технический институт

Кафедра физической электроники и нанофизики

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

по дисциплине «СЗМ»

Направление 03.03.03 «РАДИОФИЗИКА»

Профиль «Цифровые технологии обработки информации»

1. Виды калибровочных решеток. Как производится калибровка АСМ по трем направлениям?
2. Принцип действия атомно-силового микроскопа. Режимы работы СЗМ

«Утверждаю»

Заведующий кафедрой _____
(подпись)

Т.И. Шарипов
(Ф.И.О.)

В рамках использования модульно-рейтинговой системы обучения и оценки успеваемости студентов итоговая оценка знаний студента по дисциплине производится по сумме баллов, полученных в рамках текущего и рубежного контроля знаний, умений и навыков в течение семестра, и баллов, полученных на экзамене.

За работу в семестре студент получает до 70 баллов за выполнение заданий в рамках текущего и рубежного контроля и дополнительно до 10 баллов за результаты участия на

студенческой научной конференции по физике. Для допуска к экзамену студент должен набрать в семестре не менее 35 баллов.

Максимальное количество баллов, получаемое студентом на экзамене, составляет 30 баллов.

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:

- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

Критерии оценивания ответа на экзамене:

Максимальная оценка – 30 баллов складывается из оценки за ответ на теоретические вопросы билета (два вопроса оцениваются максимально по 9 баллов каждый) и оценок за ответы на дополнительные вопросы (два вопроса, оцениваемых каждый в 6 баллов максимально).

За ответы на вопросы билета выставляется

- **15-18 баллов**, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание формул, терминологии, понимание физической сути явлений и экспериментов, умение последовательно и логично отвечать на вопросы билета в объеме рекомендованной литературы.

Студент без затруднений ответил на уточняющие вопросы преподавателя по материалам билета.

- **10-14 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл без серьезных ошибок оба теоретических вопроса, однако показал пробелы в знаниях 20-25 % объема билета. Не на все уточняющие вопросы были даны корректные ответы.

- **5-9 баллов** выставляется студенту, если даны ответы на оба теоретических вопроса в объеме 35-50 % от полного ответа. Студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий, законов и формул, описании основных экспериментов. Студент не дает удовлетворительных ответов на уточняющие вопросы по билету.

- **1-4 балла** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий, законов и экспериментов, или полностью отсутствует ответ на один вопрос и допущены серьезные ошибки и пробелы при ответе на второй вопрос. На уточняющие вопросы по билету не получены ответы или ответы на них в корне ошибочны.

За ответ на дополнительный вопрос на экзамене выставляется:

- 3 баллов, если студент дал исчерпывающе полный и правильный ответ;
- 2 балла, если ответ верен, но дан не в полном объеме учебной программы, или содержит незначительные ошибки;
- 1 балл, если ответ на вопрос дан, но содержит серьезные ошибки или большие пробелы в изложении;
- 0 баллов, если студент не ответил или ответил в корне неверно.

Задания для проведения тестов (письменных опросов)

Описание теста.

Содержит задания для текущего контроля усвоения материала. Тест (раздел 1) проводится в компьютерном классе №412 в Системе централизованного тестирования БашГУ Moodle. Тест рассчитан на 40 минут, состоит из 26 вопросов. Каждый вопрос оценивается в 0,8 балла. На каждый вопрос теста может быть от 2 до 4 вариантов ответа; нужно выбрать только один вариант ответа.

Пример вопроса теста.

10. Кантилевер в качестве зонда применяется в:
- a. АСМ
 - b. СТМ
 - c. СБОМ

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Ч. Пул, Ф. Оуэнс. Нанотехнологии. – 5-е изд., испр. и доп. – М.: Техносфера, 2010. – 336 с. (14 экз.)
2. Ю.П. Волков, В.Б. Байбурин. Универсальный информационно-измерительный комплекс сканирующей зондовой микроскопии: монография. – Саратов: Издательский Дом «Райт-Экспо», 2014. – 220 с.
2. Дедкова Е.Г. Приборы и методы зондовой микроскопии. М.: Можайский полиграфический комбинат, 2011.
3. Р.З. Бахтизин, Р.Р. Галлямов. Физические основы сканирующей зондовой микроскопии: Учебное пособие. – Уфа: РИО БашГУ, 2004. – 84 с.
4. Миронов В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии. - г. Нижний Новгород, Институт физики микроструктур РАН, 2004 г. - 110 с.
5. Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнологии. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 431 с. ЭБС «Лань», изд. 3-е (электронное)
6. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А.И. Гусев. – Изд. 2-е, испр. – М.:Физматлит, 2009. – 416 с. (5 экз.)

дополнительная литература:

7. Бухараев А.А., Овчинников Д. В., Бухараева А.А. Диагностика поверхности с помощью сканирующей силовой микроскопии (обзор) // Заводская лаборатория. Диагностика материалов . 1997 Т. 63, № 5;
8. Галлямов М.О., Яминский И. В. Сканирующая зондовая микроскопия: основные принципы, анализ искажающих эффектов;
9. Эдельман В.С. Сканирующая туннельная микроскопия (обзор) // ПТЭ . 1989, № 5;
10. Nonnenmacher M., O'Boyle M.P., Wickramasinghe H.K. Kelvin probe microscopy // Appl. Phys. Lett. — 1991. — V. 58 2921;
11. Weilie Zhou and Zhong Lin Wang. Scanning Microscopy for Nanotechnology: Techniques and Applications. — NY: Springer, 2006.

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. nano-obr.ru – междисциплинарное обучение в сфере нанотехнологий;
2. <http://www.ntmdt.ru> – сайт крупнейшего в России производителя сканирующих зондовых микроскопов;
3. <http://www.nanoscopy.org>
4. Scopus.com
5. bashlib.ru – сайт ЭБС БашГУ

6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине приведена в таблице:

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
Аудитория 313		Доска, мел, мультимедийный проектор, акустическая система, экран; учебная и научная литература по курсу; видеозаписи, связанные с программой курса, компьютерные демонстрации, технические возможности для их просмотра и прослушивания, программы: Windows, MS Power Point
Лаборатория №313	Лекции Лабораторные работы	Для проведения лабораторного практикума предназначена лаборатория, укомплектованная лабораторными стендами, измерительными приборами (осциллографы, мультиметры, и т.д.), генераторами электрических колебаний, источниками питания, паяльными станциями. Наличие компьютерных программ общего назначения. Лабораторный стенд для изучения основ векторной литографии.
Лаборатория №312 - НОЦ «Нанопластики и нанотехнологий»	Лабораторные работы	Сканирующие зондовые микроскопы Solver P47 и Ntegra-Prima. Персональные компьютеры с программным обеспечением для обработки СЗМ-изображений

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины «Сканирующая зондовая микроскопия» на 7 семестр
(наименование дисциплины)

очная

форма обучения

Рабочую программу осуществляют:

Лекции: проф, д.ф.-м.н., Бахтизин Р.З.,
(должность, уч. степень, ф.и.о.)

лабораторные занятия: зав. каф., к.ф.-м.н., Шарипов Талгат Ишмухамедович
(должность, уч. степень, ф.и.о.)

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	2/72
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	36,2
лекций	18
практических/ семинарских	-
лабораторных	18
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	35,8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	-

Форма контроля:
зачет 7 семестр

№ п.п.	Тема и содержание	Форма изучения материалов:				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов (СРС)	Форма текущего контроля успеваемости
		лекции,	практические занятия,	семинарские занятия,	лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)			
1	2	ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР	7	8	9
1	Введение История развития зондовой микроскопии. Физические основы СЗМ	3		3	6	Л. 1 Л. 2 Л. 3 Л. 4 Л. 5	По списку вопросов подготовка к тесту	Тест в Системе централизованного тестирования БашГУ Moodle
2	Структурная схема АСМ и СТМ. Аппаратура для СТМ. Измерительные методики СТМ	3		3	6	Л. 1 Л. 6 Л. 9	Подготовка к допускам к лабораторным работам	Тест в Системе централизованного тестирования БашГУ Moodle
3	Аппаратура для СЗМ. Измерительные методики АСМ	3		3	6	Л. 7 Л. 6 Л. 8	расчет параметров сканирования в ходе выполнения отчетов по лабораторным работам.	Тест в Системе централизованного тестирования БашГУ Moodle

4	Метрологическое обеспечение СЗМ. Калибровка микроскопов. Тестовые решетки. Природные объекты для калибровки.	3		3	6	Л. 2 Л. 4 Д.Л. 1	Подготовка к защите отчетов	Отчеты по лабораторным работам
5	Сканирующая ближнепольная оптическая микроскопия. Принцип работы, основные узлы и блоки.	3		3	6	Л. 1 Л. 3	Подготовка к защите отчетов	Отчеты по лабораторным работам
6	Использование методов СЗМ в исследовании наноструктур и поверхности твердого тела. Исследование биологических объектов	3		3	5,8	Л. 1 Л. 8	Подготовка к защите отчетов	Отчеты по лабораторным работам
Всего часов:		18	-	18	35,8			

Примечание 1. Часы на самостоятельную работу включают время на подготовку к экзамену (контроль).

Рейтинг-план дисциплины

«Сканирующая зондовая микроскопия»

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

направление "Радиофизика"

курс 4, семестр 7

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
Модуль 1.				36
Текущий контроль				
1. Проверка конспектов	2	1	0	2
2. Выполнение лаб. работ	2	4	0	8
Рубежный контроль			0	26
Защита отчетов по лабораторным работам	13	2	0	26
Модуль 2.				34
Текущий контроль				
Тест	0,5	16	0	8
Рубежный контроль			0	26
Защита отчетов по лабораторным работам	13	2	0	26
Итоговый контроль				
1. Экзамен			0	30
Поощрительные баллы				
1. Участие в научных конференциях с докладом или публикация			0	10
Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)				
1. Посещение лекционных занятий			-6	0
2. Посещение практических занятий			-10	0
Итого			-16	110