

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования

«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

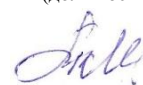
Кафедра №6

«УТВЕРЖДАЮ»

Руководитель направления

ДОЦ., К.Т.Н., ДОЦ.

(должность, уч. степень, звание)



Т.П. Мишура

(подпись)

25.06.2020г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Методы исследования с использованием сканирующей зондовой
микроскопии»
(Название дисциплины)

Код направления	27.05.02
Наименование специальности	Метрологическое обеспечение вооружения и военной техники
Наименование специализации	Метрологическое обеспечение авиации военного назначения
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург 2020 г.

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил(а)

доц. _к.т.н.,

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

25.06.20

А.Г.Грабарь

инициалы, фамилия

Программа одобрена на заседании кафедры № 6

« 25 » июня 2020 г, протокол № 15

/Заведующий кафедрой № 6

д.э.н.,проф.

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

25.06.20

В.В. Окрепилов

инициалы, фамилия

Ответственный за ОП 27.05.02(05)

Доцент, к.т.н.

должность, уч. степень, звание



подпись, дата 25.06.20

Р.Н. Целмс

инициалы, фамилия

Заместитель директора института (декана факультета) № ФПТИ по методической работе

доц.,к.т.н.,доц.

должность, уч. степень, звание



подпись, дата 25.06.20

В.А. Голубков

инициалы, фамилия

Аннотация

Дисциплина «Методы исследования с использованием сканирующей зондовой микроскопии» входит в вариативную часть образовательной программы подготовки обучающихся по специальности «27.05.02 «Метрологическое обеспечение вооружения и военной техники» специализация «Метрологическое обеспечение авиации военного назначения». Дисциплина реализуется кафедрой №6.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника профессиональных компетенций:

ПК-22 «способность выполнять работы по моделированию процессов и средств измерений с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного моделирования»,

ПК-23 «способность проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов, составлять описания проводимых исследований и подготавливать данные для составления научных обзоров и публикаций в области метрологического обеспечения».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с теоретическими основами сканирующей зондовой микроскопии: особенностью работы атомно-силового микроскопа в различных режимах, его поверки и калибровки.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лабораторные работы, семинарские занятия, самостоятельная работа студента.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский».

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью дисциплины является – получение студентами необходимых знаний, умений и навыков в области нанотехнологий, предоставление возможности студентам развить и продемонстрировать навыки в области нанодиагностики с использованием сканирующей зондовой микроскопии.

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

ПК-22 «способность выполнять работы по моделированию процессов и средств измерений с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного моделирования»:

знать – программное обеспечение, входящее в штатную поставку комплекта сканирующего зондового микроскопа и предназначенное для обработки измерительной информации СЗМ (модуль обработки изображений Image Analysis для СЗМ Solver PRO-M)

уметь – применять операции модуля обработки изображений Image Analysis для простейших операций с массивами данных (выделение двумерного и трехмерного пространственного элемента заданных размеров, преобразование наклонного элемента в горизонтальную поверхность и др.)

владеть навыками – использования модуля обработки изображений Image Analysis для контактной и полуконтактной атомно-силовой микроскопии (Метод постоянной силы).

иметь опыт деятельности – по обработке СЗМ изображений поверхности основных тестовых образцов (TGZ1, TGZ2, TGZ3, TGQ1, TGT1);

ПК-23 «способность проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов, составлять описания проводимых исследований и подготавливать данные для составления научных обзоров и публикаций в области метрологического обеспечения»:

знать – методы контактной и полуконтактной атомно-силовой микроскопии (Метод постоянной силы, Метод Латеральных Сил, Метод Отображения Сопротивления Растекания, Метод Модуляции Силы, Метод Рассогласования)

уметь – применять методы контактной и полуконтактной атомно-силовой микроскопии для измерения поверхности твердых объектов (на примере основных тестовых образцов)

владеть навыками – самостоятельного включения СЗМ, проведения операций подготовки СЗМ к измерениям и проведения измерений поверхности основных тестовых образцов, проведения операций подготовки к выключению СЗМ.

иметь опыт деятельности – проведения самостоятельных измерений, обработки измерительной информации и подготовки отчетных материалов по результатам измерений..

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина базируется на знаниях, ранее приобретенных студентами при изучении следующих дисциплин:

Физические основы измерений и эталоны

Методы и средства измерений, испытаний и контроля

Основы информатизации измерений

Моделирование систем и процессов

Метрология

Общая теория измерений

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

Цифровые методы и средства измерений

Научно-исследовательская работа

3. Объем дисциплины в ЗЕ/академ. час

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 1

Таблица 1 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам	
		№7	№8
1	2	3	4
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)	6/ 216	3/ 108	3/ 108
<i>Аудиторные занятия</i> , всего час., <i>В том числе</i>	68	34	34
лекции (Л), (час)			
Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	34		34
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	34	
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)			
Экзамен, (час)	36		36
<i>Самостоятельная работа</i> , всего	112	74	38
Вид промежуточного контроля: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Зачет, Экз.	Зачет	Экз.

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий

Разделы и темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 2.

Таблица 2. – Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 7					
Раздел 1. Сканирующая зондовая микроскопия (СЗМ). Практическая реализация СЗМ на примере СЗМ «Солвер ПРО-М»			34		50

Раздел 2. Обработка измерительной информации встроенной системой обработки СЗМ- данных прибора «Солвер ПРО-М»					24
Итого в семестре:			34		74
Семестр 8					
Раздел 3. Практические/семинарские занятия		34			38
Итого в семестре:		34			38
Итого:	0	34	34	0	38

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 3.

Таблица 3 - Содержание разделов и тем лекционных занятий

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
	Учебным планом не предусмотрено

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 8				
1	Основные компоненты интерфейса программного модуля обработки изображения в СЗМ (Image Analysis)	выездные занятия в организации	6	2
2	Принципы работы методов анализа и обработки СЗМ-данных	семинарские занятия	4	2
3	Особенности использования группа методов Image Analysis встроенной системы обработки СЗМ изображений	групповая дискуссия	6	2
4	Особенности использования группа методов Curve Analysis встроенной системы обработки СЗМ изображений	групповая дискуссия	6	2
5	Особенности использования группа методов Transform 1D встроенной системы обработки СЗМ изображений	групповая дискуссия	6	2
6	Особенности использования группа методов Transform 2D встроенной системы обработки СЗМ изображений	групповая дискуссия	6	2
Всего:			34	

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 7			
1	Получение первого СЗМ изображения. Обработка и представление результатов эксперимента.	4	1
2	Исследование топографии поверхности твердых тел методом атомно-силовой микроскопии (АСМ) в полуконтактном режиме.	4	1
3	Исследование топографии поверхности твердых тел методом атомно-силовой микроскопии (АСМ) в контактном режиме.	4	1
4	Артефакты в сканирующей зондовой микроскопии	4	1
5	Настройка оптической системы регистрации изгибов кантилевера	4	1
6	Измерение поверхности эталонного образца методами полуконтактной атомно-силовой микроскопии	4	1
7	Измерение поверхности эталонного образца методами контактной атомно-силовой микроскопии	4	1
8	Измерение поверхности и распределения магнитных доменов ZIP-диска методами магнито-силовой микроскопии	4	1
9	Калибровка атомно-силового микроскопа «Солвер ППО-М» с использованием меры периода и высоты линейных TGZ3	2	1
Всего:		34	

4.5. Курсовое проектирование (работа)

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 7, час	Семестр 8, час
1	2	3	4
Самостоятельная работа, всего	112	74	38
изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	60	40	20
Отчеты по лабораторным работам	20	20	
Подготовка к текущему контролю (ТК)	32	14	18

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 8-10.

6. Перечень основной и дополнительной литературы

6.1. Основная литература

Перечень основной литературы приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень основной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка/ URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
http://znanium.com	Метрология, стандартизация и сертификация: Учебное пособие/Дехтярь Г. М. - М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 154 с. ISBN 978-5-905554-44-5	
http://znanium.com/	Основы метрологии, сертификации и стандартизации: Учебное пособие / Д.Д. Грибанов - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 127 с. ISBN 978-5-16-009677-3, 200 экз.	
http://znanium.com/	Метрология, стандартизация, сертификация: Учебное пособие / А.И. Аристов, В.М. Приходько и др. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 256 с. ISBN 978-5-16-004750-8	
http://znanium.com/	Голых, Ю. Г. Метрология, стандартизация и сертификация. Lab VIEW: практикум по оценке результатов измерений [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю. Г. Голых, Т. И. Танкович. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2014. – 140 с. - ISBN 978-5-7638-2927-3	
http://e.lanbook.com/book/81568	Метрология, стандартизация и сертификация. Интернет-тестирование базовых знаний. [Электронный ресурс] / Ю.В. Пухаренко, В.А. Норин. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 308 с.	
http://znanium.com	Интеллектуальные средства измерений: Учебник / Раннев Г. Г. Тарасенко А. П. - М.:КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 260 с. ISBN 978-5-906818-66-9	

6.2. Дополнительная литература

Перечень дополнительной литературы приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень дополнительной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка/ URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
http://znanium.com	Метрология, стандартизация и сертификация: Учебное пособие/Дехтярь Г. М. - М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 154 с. ISBN 978-5-905554-44-5	
http://znanium.com/	Основы метрологии, сертификации и	1

	стандартизации: Учебное пособие / Д.Д. Грибанов - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 127 с. ISBN 978-5-16-009677-3, 200 экз.	
http://znanium.com/	Метрология, стандартизация, сертификация: Учебное пособие / А.И. Аристов, В.М. Приходько и др. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 256 с. ISBN 978-5-16-004750-8	
http://znanium.com/	Голых, Ю. Г. Метрология, стандартизация и сертификация. Lab VIEW: практикум по оценке результатов измерений [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю. Г. Голых, Т. И. Танкович. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2014. – 140 с. - ISBN 978-5-7638-2927-3	
http://e.lanbook.com/book/81568	Метрология, стандартизация и сертификация. Интернет-тестирование базовых знаний. [Электронный ресурс] / Ю.В. Пухаренко, В.А. Норин. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 308 с.	
006 О-51	Окрепилов, В. В. Современные проблемы стандартизации и метрологии в нанотехнологиях [Текст] / В. В. Окрепилов. - СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2013. - 401 с. : рис., табл. - Библиогр.: с. 289 - 296 (122 назв.). - ISBN 978-5-7422-4096-9 : б/ц На с. 297 - 401 : Приложения к главам.	

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

URL адрес	Наименование
http://science.guap.ru	Научная и инновационная деятельность ГУАП
http://www.ntmdt.ru/SPM-Techniques/	Сайт NT-MDT
http://www.nanoworld.org/russian/NanoLibrary/bakhtizin.pdf	Р.З.Бахтизин. Сканирующая туннельная микроскопия - новый метод изучения поверхности твердых тел. Соросовский образовательный журнал, 2000, т.6, №11 С. 1-7.
www.nanoscantech.ru	Сайт ООО Нано Скан Технология

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

8.1. Перечень программного обеспечения

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

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

Состав материально-технической базы представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория	
2	Специализированная лаборатория атомно-силовой микроскопии ФБУ «Тест – С.-Петербург»	

10. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

10.1. Состав фонда оценочных средств приведен в таблице 13

Таблица 13 - Состав фонда оценочных средств для промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Примерный перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Экзаменационные билеты;
Зачет	Список вопросов

10.2. Перечень компетенций, относящихся к дисциплине, и этапы их формирования в процессе освоения образовательной программы приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Номер семестра	Этапы формирования компетенций по дисциплинам/практикам в процессе освоения ОП
ПК-22 «способность выполнять работы по моделированию процессов и средств измерений с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного моделирования»	
2	Техническая графика
2	Учебная практика
3	Основы информатизации измерений
6	Основы проектирования военной измерительной техники
6	Математическое моделирование средств измерений
6	Информационные технологии в области метрологического обеспечения вооружения и военной техники
7	Методы исследования с использованием сканирующей зондовой микроскопии
7	Интегрированные пакеты для метрологии
7	Основы проектирования военной измерительной техники
8	Методы исследования с использованием сканирующей зондовой микроскопии

8	Цифровые методы и средства измерений
8	Интегрированные пакеты для метрологии
8	Автоматизированное проектирование измерительных систем
9	Автоматизированное проектирование измерительных систем
ПК-23 «способность проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов, составлять описания проводимых исследований и подготавливать данные для составления научных обзоров и публикаций в области метрологического обеспечения»	
2	Физико-технические измерения
4	Военная метрология
4	Метрология
5	Общая теория измерений
5	Метрология
5	Теория и расчет измерительных преобразователей и приборов
6	Методы и средства измерений, испытаний и контроля
6	Формирование и передача сигналов
6	Теория и расчет измерительных преобразователей и приборов
6	Производственная практика
7	Методы исследования с использованием сканирующей зондовой микроскопии
7	Организация и технология испытаний
7	Интегрированные пакеты для метрологии
8	Методы исследования с использованием сканирующей зондовой микроскопии
8	Производственная практика
8	Основы научных исследований
8	Интегрированные пакеты для метрологии
9	Прикладная метрология
9	Средства и методы измерений в микро и наноэлектронике
10	Производственная практика
10	Производственная преддипломная практика

10.3. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) у обучающихся компетенций применяется шкала модульно–рейтинговой системы университета. В таблице 15 представлена 100–балльная и 4–балльная шкалы для оценки сформированности компетенций.

Таблица 15 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции		Характеристика сформированных компетенций
100-балльная шкала	4-балльная шкала	
$85 \leq K \leq 100$	«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> - обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; - уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; - опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; - умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; - делает выводы и обобщения;

		- свободно владеет системой специализированных понятий.
$70 \leq K \leq 84$	«хорошо» «зачтено»	- обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; - не допускает существенных неточностей; - увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; - аргументирует научные положения; - делает выводы и обобщения; - владеет системой специализированных понятий.
$55 \leq K \leq 69$	«удовлетворительно» «зачтено»	- обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; - допускает несущественные ошибки и неточности; - испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; - слабо аргументирует научные положения; - затрудняется в формулировании выводов и обобщений; - частично владеет системой специализированных понятий.
$K \leq 54$	«неудовлетворительно» «не зачтено»	- обучающийся не усвоил значительной части программного материала; - допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; - испытывает трудности в практическом применении знаний; - не может аргументировать научные положения; - не формулирует выводов и обобщений.

10.4. Типовые контрольные задания или иные материалы:

1. Вопросы (задачи) для экзамена (таблица 16)

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена
1	Основные компоненты СЗМ и их назначение.
2	Виды датчиков и принципы их действия.
3	Пьезоэлектрический эффект и принцип действия пьезоэлектрического двигателя.
4	Артефакты, вносимые пьезокерамикой: нелинейность, гистерезис, ползучесть, температурный дрейф.
5	Туннельный эффект. Туннельный сенсор.
6	Режим постоянного тока и постоянной высоты.
7	Взаимодействия зонд-образец.
8	Основные режимы работы АСМ и их назначение.
9	Механизм подвода зонда к образцу. Параметры, определяющие силу взаимодействия зонда с образцом
10	Принцип сканирования и работы системы обратной связи. Критерии выбора параметров сканирования
11	Алгоритм полуконтактного режима работы
12	Алгоритм контактного режима работы
13	Алгоритм режима работы магнитная силовая микроскопия
14	Алгоритм режима работы Латерально-Силовая Микроскопия
15	Алгоритм режима работы Отображение Сопротивления Растекания
16	Алгоритм режима работы Метод Модуляции Силы
17	Алгоритм режима работы Силовая Микроскопия Пьезоотклика
18	Алгоритм режима работы Метод Отображения Фазы
19	Алгоритм режима работы Силовая спектроскопия
20	Алгоритм режима работы Электростатическая Силовая Микроскопия
21	Алгоритм режима работы Метод Зонда Кельвина

2. Вопросы (задачи) для зачета / дифференцированного зачета (таблица 17)

Таблица 17 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифференцированного зачета
1	Опишите принцип действия туннельного микроскопа
2	Опишите принцип действия атомно-силового микроскопа
3	Назовите основные компоненты СЗМ и их назначение
4	Назовите виды сенсоров и принципы их действия
5	Объясните понятие пьезоэлектрического эффекта и принцип действия пьезоэлектрического двигателя. Опишите различные конструкции сканеров
6	Опишите общую конструкцию прибора Солвер ПРО-М
7	Объясните конструкцию зондового датчика силового взаимодействия прибора Солвер ПРО-М и принцип его действия
8	Опишите механизм подвода зонда к образцу в приборе Солвер ПРО-М. Поясните параметры, определяющие силу взаимодействия зонда с образцом
9	Объясните принцип сканирования и работы системы обратной связи. Расскажите о критериях выбора параметров сканирования
10	Опишите алгоритм полуконтактного режима работы прибора Солвер ПРО-М
11	Опишите алгоритм контактного режима работы прибора Солвер ПРО-М
12	Опишите алгоритм режима работы магнитная силовая микроскопия прибора Солвер ПРО-М
13	Опишите алгоритм режима работы Латерально-Силовая Микроскопия прибора Солвер ПРО-М
14	Опишите алгоритм режима работы Отображение Сопротивления Растекания прибора Солвер ПРО-М
15	Опишите алгоритм режима работы Метод Модуляции Силы прибора Солвер ПРО-М
16	Опишите алгоритм режима работы Силовая Микроскопия Пьезоотклика прибора Солвер ПРО-М
17	Опишите алгоритм режима работы Метод Отображения Фазы прибора Солвер ПРО-М
18	Опишите алгоритм режима работы Силовая спектроскопия прибора Солвер ПРО-М
19	Опишите алгоритм режима работы Электростатическая Силовая Микроскопия прибора Солвер ПРО-М
20	Опишите алгоритм режима работы Метод Зонда Кельвина прибора Солвер ПРО-М
21	Опишите алгоритм режима работы Сканирующая Емкостная Микроскопия прибора Солвер ПРО-М

3. Темы и задание для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта (таблица 18)

Таблица 18 – Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта
	Учебным планом не предусмотрено

4. Вопросы для проведения промежуточной аттестации при тестировании (таблица 19)

Таблица 19 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
	Учебным планом не предусмотрено

5. Контрольные и практические задачи / задания по дисциплине (таблица 20)

Таблица 20 – Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий

№ п/п	Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий
	Учебным планом не предусмотрено

10.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и / или опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в Положениях «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Целью дисциплины является – получение студентами необходимых знаний, умений и навыков в области сканирующей зондовой микроскопии:

овладение навыками проведения исследования поверхности методами контактной и полуконтактной атомно-силовой микроскопии; проведения работ на учебном сканирующем зондовом микроскопе; изучение встроенных методов контроля работоспособности сканирующего зондового микроскопа, работы с ним.

**Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала
*Не предусмотрено.***

Методические указания для обучающихся по участию в семинарах (если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)

Семинар – один из наиболее сложных и в то же время плодотворных видов (форм) вузовского обучения и воспитания. В условиях высшей школы семинар – один из видов практических занятий, проводимых под руководством преподавателя, ведущего научные исследования по тематике семинара и являющегося знатоком данной проблемы или отрасли научного знания. Семинар предназначается для углубленного изучения дисциплины и овладения методологией применительно к особенностям изучаемой отрасли науки. При изучении дисциплины семинар является не просто видом практических занятий, а, наряду с лекцией, основной формой учебного процесса.

Основной целью для обучающегося является систематизация и обобщение знаний по изучаемой теме, разделу, формирование умения работать с дополнительными источниками информации, сопоставлять и сравнивать точки зрения, конспектировать прочитанное, высказывать свою точку зрения и т.п. В соответствии с ведущей дидактической целью содержанием семинарских занятий являются узловые, наиболее трудные для понимания и усвоения темы, разделы дисциплины. Спецификой данной формы занятий является совместная работа преподавателя и обучающегося над решением поставленной проблемы, а поиск верного ответа строится на основе чередования индивидуальной и коллективной деятельности.

Для прохождения курса семинаров студент должен:

заранее подготовиться к занятию по плану проведения семинаров (табл.4), приготовить все необходимые материалы (если это требуется), изучить исходные теоретические материалы к занятию, сформулировать план выполнения работ и ответов на вопросы;

владеть пройденным по разделу теоретическим материалом;

в случае если занятие подразумевает доклад студента, необходимо подготовиться к докладу в соответствии с заданием и требованиями преподавателя;

иметь при себе конспект лекционных занятий, который можно будет дополнить информацией, полученной на занятии;

иметь при себе всю необходимую для занятия учебную и учебно-методическую литературу;

следовать указаниям преподавателя;

участвовать в диалоге с преподавателем;

работать с компьютером (если это требуется темой занятия);

при необходимости пользоваться справочной литературой и ресурсами Интернет;

принимать участие в групповой дискуссии.
Темы для подготовки к семинарам представлены в табл. 20

Методическое пособие по освоению материала Грабарь А.Г., Мишура Т.П.
Наноматериалы. Молекулярные технологии [Текст] : учебное пособие / А. Г. Грабарь, Т. П. Мишура ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2015. - 117 с. : рис. - Библиогр.: с. 112 - 115 (43 назв.). - ISBN 978-5-8088-0987-1 : Б. ц.

Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Не предусмотрено

Методические указания для обучающихся по прохождению лабораторных работ

Задание и требования к проведению лабораторных работ

Задание к выполнению лабораторной работы выдается преподавателем в начале занятия в соответствии с планом занятий. Темы лабораторных работ приведены в таблице 5 данной программы. Выполнение лабораторной работы состоит из двух этапов: расчетно-аналитического этапа и контрольного мероприятия в виде защиты отчета.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе должен содержать: титульный лист, основную часть, список источников. На титульном листе должны быть указаны: название дисциплины, название лабораторной работы, фамилия и инициалы преподавателя, фамилия и инициалы студента, номер его учебной группы и дата защиты работы. Основная часть должна содержать задание, расчетно-аналитические материалы и выводы по проделанной работе. Список источников должен включать ссылки на учебные, методические, научные издания, периодику и ресурсы информационно-телекоммуникационной системы ИНТЕРНЕТ, которыми студент пользовался при подготовке отчета.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе должен содержать: титульный лист, основную часть, список источников.

Титульный лист отчета должен соответствовать шаблону, приведенному в секторе нормативной документации ГУАП http://guap.ru/guap/standart/titl_main.shtml

Оформление основной части отчета должно быть оформлено в соответствии с ГОСТ 7.32-2001 (издания 2008г.). Требования приведены в секторе нормативной документации ГУАП http://guap.ru/guap/standart/prav_main.shtml

При формировании списка источников студентам необходимо руководствоваться требованиями стандарта ГОСТ 7.1-2003. Примеры оформления списка источников приведены в секторе нормативной документации ГУАП.

Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/ работы

Не предусмотрено

Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- нормативно-техническая документация.
- Методическое пособие по освоению материала Грабарь А.Г., Мишура Т.П.
- Наноматериалы. Молекулярные технологии [Текст] : учебное пособие / А. Г. Грабарь, Т. П. Мишура ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2015. - 117 с. : рис. - Библиогр.: с. 112 - 115 (43 назв.). - ISBN 978-5-8088-0987-1 : Б. ц.

Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».
- зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

Подготовка студентов к зачету и экзамену включает:

- самостоятельную работу в течение семестра.
- непосредственную подготовку в дни, предшествующие зачету и экзамену.
- подготовку к ответу на вопросы к зачету и экзамену.

Подготовку к зачету и экзамену целесообразно начинать с планирования и подбора литературы. Прежде всего следует внимательно перечитать учебную программу и программные вопросы для подготовки, чтобы выделить из них наименее знакомые. Далее должен следовать этап повторения всего программного материала. На эту работу целесообразно отвести большую часть времени. Следующим этапом является самоконтроль знания изученного материала, который заключается в устных ответах на программные вопросы, выносимые на зачет или экзамен. Тезисы ответов на наиболее сложные вопросы желательно записать.

Литература для подготовки рекомендуется преподавателем. Для полноты учебной информации и ее сравнения лучше использовать не менее двух учебников (учебных пособий).

Следует точно запоминать термины и категории, поскольку в их определениях содержатся признаки, позволяющие уяснить их сущность и отличить эти понятия от других.

Для более эффективного понимания программного материала полезно общаться с преподавателем на групповых и индивидуальных консультациях.

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой