


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)

20.05.2020г

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

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

Код направления	27.03.01
Наименование направления	Стандартизация и метрология
Наименование направленности	Метрология, стандартизация, сертификация
Форма обучения	заочная

Санкт-Петербург 2020г.

## Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил(а)

Доцент, к.т.н.

должность, уч. степень, звание

подпись, дата 20.05.20

А.Г.Грабарь

инициалы, фамилия

Программа одобрена на заседании кафедры № 6

«20»мая 2020 г, протокол № 11

/Заведующий кафедрой № 6

д.э.н.,проф.

должность, уч. степень, звание

подпись, дата 20.05.20

В.В. Окрепилов

инициалы, фамилия

Ответственный за ОП 27.03.01(01)

Доц.,к.т.н.

должность, уч. степень, звание

\_\_\_\_\_

20.05.20 К.В. Епифанцев

инициалы, фамилия

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

Доц.,к.т.н.,доц.

должность, уч. степень, звание

\_\_\_\_\_

20.05.20 В.А. Голубков

инициалы, фамилия

## Аннотация

Дисциплина «Методы исследования с использованием сканирующей зондовой микроскопии» входит в вариативную часть образовательной программы подготовки студентов по направлению «27.03.01 «Стандартизация и метрология» направленность «Метрология, стандартизация, сертификация». Дисциплина реализуется кафедрой №6

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника

профессиональных компетенций:

ПК-5 «способность производить оценку уровня брака, анализировать его причины и разрабатывать предложения по его предупреждению и устранению».

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: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студента, консультации.

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский».

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 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.

### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины студент должен обладать следующими компетенциями:

ПК-5 «способность производить оценку уровня брака, анализировать его причины и разрабатывать предложения по его предупреждению и устранению»:

знать – встроенные методы контроля работоспособности сканирующего зондового микроскопа;

уметь – самостоятельно проводить калибровку сканирующего зондового микроскопа;

владеть навыками – проведения поверки сканирующего зондового микроскопа типа «Солвер»;

иметь опыт деятельности - проведения работ на учебном сканирующем зондовом микроскопе.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Общая теория измерений;
- Управление качеством.

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

- Основы обеспечения качества;
- Теоретические основы нанодиагностики.

## 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
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)</b>	4/ 144	4/ 144
<i>Аудиторные занятия, всего час.,</i>	12	12
<i>В том числе</i>		
лекции (Л), (час)	6	6
Практические/семинарские занятия	6	6

(ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
Экзамен, (час)	9	9
<b>Самостоятельная работа</b> , всего	123	123
<b>Вид промежуточного контроля:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен ( <b>Зачет, Дифф. зач, Экз.</b> )	Экз.	Экз.

#### 4. Содержание дисциплины

##### 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 6					
Раздел 1. Теоретические основы сканирующей зондовой микроскопии	1				30
Раздел 2. Подготовка атомно-силового микроскопа к работе	1	2			30
Раздел 3. Особенности работы атомно-силового микроскопа в различных режимах	2	2			30
Раздел 4. Поверка и калибровка атомно-силового микроскопа	2	2			33
Итого в семестре:	6	6			123
Итого:	6	6	0	0	123

##### 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
Раздел 1. Теоретические основы сканирующей зондовой микроскопии	Принцип работы туннельного микроскопа. Принцип работы атомно-силового микроскопа. Режимы работы атомно-силового микроскопа. Отечественные модели сканирующих зондовых микроскопов
Раздел 2. Подготовка атомно-силового микроскопа к работе	Конструкция атомно-силового микроскопа (на примере АСМ «Солвер ПРО-М»). Установка зондового датчика. Настройка оптической системы регистрации изгибов кантилевера. Установка и настройка сканирующей измерительной головки.
Раздел 3. Особенности работы атомно-силового микроскопа в различных	Методы полуконтактной силовой микроскопии. Методы контактной силовой микроскопии. Магнитная силовая микроскопия. Комбинированные методы. Методы атомно-силовой спектроскопии. Обработка измерительной информации встроенной системой обработки.

режимах	
Раздел 4. Проверка и калибровка атомно-силового микроскопа	Калибровка атомно-силового микроскопа с использованием стандартных рельефных мер нанометрового диапазона – мер периода и высоты линейных TGZ1, TGZ2, TGZ3. Методика проверки атомно-силового микроскопа

### 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 7				
1	Установка зондового датчика Настройка оптической системы регистрации изгибов кантилевера	Практическое занятие	1	2
2	Измерение поверхности эталонного образца методами полуконтактной атомно- силовой микроскопии	Практическое занятие	1	3
3	Измерение поверхности эталонного образца методами контактной атомно-силовой микроскопии	Практическое занятие	1	3
4	Измерение поверхности и распределения магнитных доменов ZIP-диска методами магнито-силовой микроскопии	Практическое занятие	1	3
5	Изучение методов преобразования (линеаризации) элемента поверхности исследуемого образца с помощью Модуля обработки изображений Изучение методов пространственной свертки распределения высот поверхности исследуемого образца с помощью Модуля обработки изображений	Семинарское занятие	1	3
6	Калибровка атомно-силового микроскопа «Солвер ПРО-М» с использованием меры периода и высоты линейных TGZ3	Практическое занятие	1	4
Всего:			6	

### 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
-------	---------------------------------	---------------------	----------------------

Учебным планом не предусмотрено

### Курсовое проектирование (работа)

Учебным планом не предусмотрено

### Самостоятельная работа студентов

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 6, час
1	2	3
<b>Самостоятельная работа, всего</b>	123	123
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	70	70
Подготовка к текущему контролю (ТК)	53	53

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

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

### 6. Перечень основной и дополнительной литературы 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)
<b>620 Г 75</b>	<b>Грабарь А.Г., Мишура Т.П.</b> Наноматериалы. Молекулярные технологии [Текст] : учебное пособие / А. Г. Грабарь, Т. П. Мишура ; С.-Петербург. 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.	57

### 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)
<b>005.6 О-51</b>	<b>Окрепилов, В. В.</b> Словарь терминов и определений в области экономики качества [Текст] / В. В. Окрепилов. - СПб. : Наука, 2011. - 230 с. - Алф. указ.: с. 190 - 221. - Библиогр.: с. 222 – 230 (150 назв.). - ISBN 978-5-02-038172-8 : б/ц	1

<b>006 О-51</b>	<b>Окрепилов, В. В.</b> 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.	1
---------------------	--	---

## 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
<a href="http://www.ntmdt.ru/SPM-Techniques/">http://www.ntmdt.ru/SPM-Techniques/</a>	Сайт NT-MDT
<a href="http://www.nanoworld.org/russian/NanoLibrary/bakhtizin.pdf">http://www.nanoworld.org/russian/NanoLibrary/bakhtizin.pdf</a>	Р.З.Бахтизин. Сканирующая туннельная микроскопия - новый метод изучения поверхности твердых тел. Соросовский образовательный журнал, 2000, т.6, №11 С. 1-7.
<a href="http://www.nanoscantech.ru">www.nanoscantech.ru</a>	Сайт ООО Нано Скан Технология
<a href="http://www.ntmdt.ru/SPM-Techniques/">http://www.ntmdt.ru/SPM-Techniques/</a>	Сайт NT-MDT

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

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

## Перечень информационно-справочных систем

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
<a href="http://www.Knigafund.ru">www.Knigafund.ru</a>	Электронно-библиотечная система «КнигаФонд»
<a href="http://www.Iprbookshop.ru">www.Iprbookshop.ru</a>	Электронно-библиотечная система IPRbooks
<a href="http://aspirantura.spb.ru">http://aspirantura.spb.ru</a>	Портал для аспирантов
<a href="http://pedagogy.ru">http://pedagogy.ru</a>	Сайт для студентов

## 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	ФБУ «Тест – С.-Петербург
2	Специализированная лаборатория атомно-силовой микроскопии	



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

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; Задачи; Тесты.

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-5 «способность производить оценку уровня брака, анализировать его причины и разрабатывать предложения по его предупреждению и устранению»
6	Управление качеством
6	Методы исследования с использованием сканирующей зондовой микроскопии
6	Производственная (научно-исследовательская работа) практика
7	Основы проектирования продукции
7	Основы обеспечения качества
8	Основы проектирования продукции
8	Основы обеспечения качества

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»	- 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»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>- допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>- испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>- слабо аргументирует научные положения;</li> <li>- затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>- частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
$K \leq 54$	«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>- допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>- испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>- не может аргументировать научные положения;</li> <li>- не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>

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	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 Опишите алгоритм контактного режима работы прибора Солвер ПРО-М
11	Опишите алгоритм режима работы магнитная силовая микроскопия прибора Солвер ПРО-М
12	Опишите алгоритм режима работы Латерально-Силовая Микроскопия прибора Солвер ПРО-М
13	Опишите алгоритм режима работы Отображение Сопротивления Растекания прибора Солвер ПРО-М
14	Опишите алгоритм режима работы Метод Модуляции Силы прибора Солвер ПРО-М
15	Опишите алгоритм режима работы Силовая Микроскопия Пьезоотклика прибора Солвер ПРО-М
16	Опишите алгоритм режима работы Метод Отображения Фазы прибора Солвер ПРО-М
17	Опишите алгоритм режима работы Силовая спектроскопия прибора Солвер ПРО-М
18	Опишите алгоритм режима работы Электростатическая Силовая Микроскопия прибора Солвер ПРО-М
19	Опишите алгоритм режима работы Метод Зонда Кельвина прибора Солвер ПРО-М
20	Опишите алгоритм режима работы Сканирующая Емкостная Микроскопия прибора Солвер ПРО-М

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
	Учебным планом не предусмотрено

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

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 программы 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 (если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)**

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимся лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.

- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходиться к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Методическое пособие по освоению материала Грабарь А.Г., Мишура Т.П.

Наноматериалы. Молекулярные технологии [Текст] : учебное пособие / А. Г. Грабарь, Т. П. Мишура ; С.-Петербур. 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**

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающемуся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Функции практических занятий:

- познавательная;
- развивающая;
- воспитательная.

По характеру выполняемых обучающимся заданий по практическим занятиям подразделяются на:

- ознакомительные, проводимые с целью закрепления и конкретизации изученного теоретического материала;
- аналитические, ставящие своей целью получение новой информации на основе формализованных методов;
- творческие, связанные с получением новой информации путем самостоятельно выбранных подходов к решению задач.

Формы организации практических занятий определяются в соответствии со специфическими особенностями учебной дисциплины и целями обучения. Они могут проводиться:

- в интерактивной форме (решение ситуационных задач, занятия по моделированию реальных условий, деловые игры, игровое проектирование, имитационные занятия, выездные занятия в организации (предприятия), деловая учебная игра, ролевая игра, психологический тренинг, кейс, мозговой штурм, групповые дискуссии);

– в не интерактивной форме (выполнение упражнений, решение типовых задач, решение ситуационных задач и другое).

Методика проведения практического занятия может быть различной, при этом важно достижение общей цели дисциплины.

### **Требования к проведению практических занятий**

Для прохождения практических занятий 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.

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 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».

Подготовка студентов к экзамену включает:

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

Подготовку к 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  
«Методы исследования с использованием сканирующей зондовой микроскопии»  
27.03.01(01)\_3\_2020

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зам.зав. кафедрой
23.06.2021г Доцент, к.т.н. Грабарь А.Г. 	1) Таблица 1 заменена в соответствии с Приложением 1 2) Таблица 4 заменена в соответствии с Приложением 2 3) Таблица 5 заменена в соответствии с Приложением 3	23.06.20 21г №17	

## Приложение 1.

Таблица - 1

Вид учебной работы	Всего	Трудовоемкость по семестрам
		№7
1	2	3
<b>Общая трудовоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)</b>	4/ 144	4/ 144
<b>Из них часов практической подготовки</b>	6	6
<b>Аудиторные занятия, всего час.,</b> <b>В том числе</b>	12	12
лекции (Л), (час)	6	6
Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	6	6
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
Экзамен, (час)	9	9
<b>Самостоятельная работа, всего</b>	123	123
<b>Вид промежуточного контроля:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Экз.	Экз.

## Приложение 2.

Таблица 4 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
<b>Семестр 7</b>					
1	Установка зондового датчика Настройка оптической системы регистрации изгибов кантилевера	Практическое занятие	1	1	2
2	Измерение поверхности эталонного образца методами полуконтактной атомно-силовой микроскопии	Практическое занятие	1		3
3	Измерение поверхности эталонного образца методами миконтактной атомно-силовой микроскопии	Практическое занятие	1		3
4	Измерение поверхности и распределения магнитных доменов ZIP-диска методами магнито-силовой микроскопии	Практическое занятие	1		3
5	Изучение методов преобразования (линеаризации) элемента поверхности исследуемого образца с помощью Модуля обработки изображений Изучение методов пространственной свертки распределения высот поверхности исследуемого образца с помощью Модуля обработки изображений	Семинарское занятие	1		3
6	Калибровка атомно-силового микроскопа «Солвер ПРО-М» с использованием меры периода и высоты линейных TGZ3	Практическое занятие	1	1	4
<b>Всего:</b>			<b>6</b>	<b>2</b>	



Таблица 5 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисципли ны
Учебным планом не предусмотрено				