

ИНСТИТУТ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В ЭЛЕКТРОНИКЕ, СПИНТРОНИКЕ И ФОТОНИКЕ

КАФЕДРА ФИЗИКИ МИКРО- И НАНОСИСТЕМ

ОДОБРЕНО НТС ИНТЭЛ

Протокол № 03/3-21

от 31.08.2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
СПЕЦИАЛЬНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ФИЗИКЕ НАНОСИСТЕМ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экс./зач./КР/КП
2	4	144	8	15	15		0	70	Э
Итого	4	144	8	15	15	30	0	70	

АННОТАЦИЯ

Учебная задача курса «Специальный практикум по физике наносистем» - дать основные представления о экспериментальных методах физики наноструктур и нанофотоники на примере конкретных лабораторных работ, выполняемых на современном научно-исследовательском оборудовании.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения учебной дисциплины является получение знаний, необходимых для проведения научных экспериментов в области создания наноструктурированных материалов, усвоение приемов и методов исследования и управления свойствами таких материалов, а также приобретение навыков обработки результатов физического эксперимента.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Профессиональный модуль, дисциплина по выбору

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
научно-исследовательский			
организация и проведение экспериментальных исследований, технологических и измерительных операций, необходимых для создания и изучения свойств материалов, элементной базы и приборов электроники и	Материалы, компоненты, электронные приборы, устройства, установки, методы их исследования, проектирования и конструирования. Технологические процессы производства, диагностическое и	ПК-4 [1] - способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-4[1] - Знать: современные экспериментальные методы в области физики конденсированного состояния, электроники и наноэлектроники ; У-ПК-4[1] - Уметь: проводить экспериментальные исследования в

<p>наноэлектроники</p>	<p>технологическое оборудование, математические модели, алгоритмы решения типовых задач в области электроники и наноэлектроники. Современное программное и информационное обеспечение процессов моделирования и проектирования изделий электроники и наноэлектроники. Инновационные технические решения в сфере базовых постулатов проектирования, технологии изготовления и применения электронных приборов и устройств.</p>		<p>электронике и наноэлектронике с применением современных средств и методов.; В-ПК-4[1] - Владеть: компьютерными технологиями в применении к экспериментальным исследованиям в электронике и наноэлектронике</p>
<p>научно-педагогический</p>			
<p>проведение лабораторных и практических занятий, а также иная образовательная деятельность в области электроники и наноэлектроники, в том числе в рамках дополнительного образования и повышения квалификации персонала</p>	<p>Материалы, компоненты, электронные приборы, устройства, установки, методы их исследования, проектирования и конструирования. Технологические процессы производства, диагностическое и технологическое оборудование, математические модели, алгоритмы решения типовых задач в области электроники и наноэлектроники. Современное</p>	<p>ПК-18 [1] - способен проводить лабораторные и практические занятия со студентами, руководить курсовым проектированием и выполнением выпускных квалификационных работ бакалавров</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>З-ПК-18[1] - Знать: учебные программы, необходимого оборудования и техники безопасности при проведении лабораторных и практических занятий со студентами бакалавриата. ; У-ПК-18[1] - Уметь: руководить курсовым проектированием и выполнением выпускных квалификационных работ бакалавров.; В-ПК-18[1] - Владеть: навыками проведения лабораторных и практических занятий со студентами</p>

	<p>программное и информационное обеспечение процессов моделирования и проектирования изделий электроники и наноэлектроники. Инновационные технические решения в сфере базовых постулатов проектирования, технологии изготовления и применения электронных приборов и устройств.</p>		бакалавриата.
<p>подготовка учебно-методических материалов, пособий, лабораторных практикумов для образовательной деятельности в области электроники и наноэлектроники</p>	<p>Материалы, компоненты, электронные приборы, устройства, установки, методы их исследования, проектирования и конструирования. Технологические процессы производства, диагностическое и технологическое оборудование, математические модели, алгоритмы решения типовых задач в области электроники и наноэлектроники. Современное программное и информационное обеспечение процессов моделирования и проектирования изделий электроники и наноэлектроники. Инновационные</p>	<p>ПК-19 [1] - способен овладевать навыками разработки учебно-методических материалов для студентов по отдельным видам учебных занятий</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>З-ПК-19[1] - Знать: учебно-методические комплексы отдельных преподаваемых дисциплин ; У-ПК-19[1] - Уметь: выделить необходимый для изучения материал и разработать критерии оценки знаний и умений студентов; В-ПК-19[1] - Владеть: навыками разработки учебно-методических материалов для студентов по отдельным видам учебных занятий</p>

	технические решения в сфере базовых постулатов проектирования, технологии изготовления и применения электронных приборов и устройств.		
--	---	--	--

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары)/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>2 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	4/8/8		25	КИ-8	3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4
2	Второй раздел	9-13	4/7/7		25	КИ-15	3-ПК-18, У-ПК-18, В-ПК-18, 3-ПК-19, У-ПК-19, В-ПК-19
	<i>Итого за 2 Семестр</i>		8/15/15		50		
	Контрольные мероприятия за 2 Семестр				50	Э	3-ПК-18, У-ПК-18, В-

							ПК-18, 3-ПК-19, У-ПК-19, В-ПК-19, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4
--	--	--	--	--	--	--	--

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>2 Семестр</i>	8	15	15
1-8	Первый раздел	4	8	8
1	Тема 1 Электрохимическое формирование нанопористого кремния	Всего аудиторных часов		
		1	2	2
		Онлайн		
		0	0	0
2	Тема 2 Получение углеродных нанотрубок из газовой фазы	Всего аудиторных часов		
		1	2	2
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 4	Тема 3 Получение структурированных оксидов золь-гель технологией.	Всего аудиторных часов		
		1	2	2
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 8	Тема 4 Установка для получения органических нанослоев методом Ленгмюра-Блоджетт. Установка для молекулярной химической сборки	Всего аудиторных часов		
		1	2	2
		Онлайн		
		0	0	0
9-13	Второй раздел	4	7	7

9	Тема 5 Растровый электронный микроскоп	Всего аудиторных часов		
		1	1	1
		Онлайн		
10	Тема 6 Атомно-силовая микроскопия наноразмерных объектов	Всего аудиторных часов		
		1	2	2
		Онлайн		
11	Тема 7 Эллипсометрия нанослоевых композиций	Всего аудиторных часов		
		1	2	2
		Онлайн		
12 - 13	Тема 8 Идентификация видов путем анализа ДНК с помощью полимеразной цепной реакции и анализ полученных ампликонов методом капиллярного электрофореза на чипе. Исследование люминесцентных свойств квантовых точек	Всего аудиторных часов		
		1	2	2
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>2 Семестр</i>
1	Работа 1 Электрохимическое формирование нанопористого кремния
2	Работа 2 Получение углеродных нанотрубок из газовой фазы
3 - 4	Работа 3 Получение структурированных оксидов золь-гель технологией.
5 - 6	Работа 4 Установка для получения органических нанослоев методом Ленгмюра-Блоджетт
7 - 8	Работа 5 Установка для молекулярной химической сборки
9	Работа 6 Растровый электронный микроскоп

10	Работа 7 Атомно-силовая микроскопия наноразмерных объектов
11	Работа 8 Эллипсометрия нанослоевых композиций
12 - 13	Работа 9 Идентификация видов путем анализа ДНК с помощью полимеразной цепной реакции и анализ полученных ампликонов методом капиллярного электрофореза на чипе.
14 - 15	Работа 10 Исследование люминесцентных свойств квантовых точек

ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>2 Семестр</i>
	Тема 1 Электрохимическое формирование нанопористого кремния
	Тема 2 Получение углеродных нанотрубок из газовой фазы
	Тема 3 Получение структурированных оксидов золь-гель технологией.
	Тема 4 Установка для получения органических нанослоев методом Ленгмюра-Блоджетт. Установка для молекулярной химической сборки
	Тема 5 Растровый электронный микроскоп
	Тема 6 Атомно-силовая микроскопия наноразмерных объектов
	Тема 7 Эллипсометрия нанослоевых композиций
	Тема 8 Идентификация видов путем анализа ДНК с помощью полимеразной цепной реакции и анализ полученных ампликонов методом капиллярного электрофореза на чипе. Исследование люминесцентных свойств квантовых точек

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для выполнения лабораторных работ студенты разбиваются на бригады по два (в порядке исключения по три) человека.

На первом занятии происходит инструктаж по технике безопасности, ознакомление с перечнем работ, которые необходимо выполнить в течение семестра, и ознакомление с порядком допуска, выполнения и сдачи работ. На первом же занятии происходит распределение студентов по бригадами (подгруппам), составляется график.

Допуск к выполнению работы предусматривает собеседование со всеми студентами, образующими бригаду, и определяет степень готовности каждого из них к выполнению работы. Собеседование проводится в пределах программы того курса, по которому выполняются работы. Для ориентации направления собеседования в описании к каждой лабораторной работе содержится перечень контрольных вопросов и список рекомендованной литературы. Во время допуска к работе студентам разрешается пользоваться только своим рабочим журналом. В том случае, если отвечающие студенты не проявили удовлетворительного понимания темы лабораторной работы, они к выполнению работы не допускаются. В оставшееся до конца занятия время они могут изучить необходимую литературу и в конце занятия повторно пройти собеседование. В начале выполнения лабораторной работы студенты совместно с преподавателем подробно изучают установку и затем проводят предусмотренные заданием измерения. Полученные результаты заносятся в лабораторный журнал. Перед тем как выключить установку после проведения всех измерений необходимо результаты показать преподавателю.

Для получения зачета по работе студенты обязаны предъявить отчет, один на всю бригаду. В отчете должны быть представлены: схема установки, таблицы измеренных величин, необходимые расчеты, графики полученных зависимостей, ошибки измерений, заключение по работе, содержащее объяснение полученных результатов и сопоставление этих результатов с теоретическими закономерностями.

Зачет по работе проставляется после заключительного собеседования, на котором уточняются детали теоретического собеседования, выясняется понимание проводимых исследований и полученных результатов, определяется знание характеристик и возможностей лабораторной установки. Прием зачета производится в конце занятия.

Студенты выполнившие, но не сдавшие более одной лабораторной работы к дальнейшим работам не допускаются. Отчеты по лабораторным работам хранятся на кафедре до конца семестра.

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-18	З-ПК-18	Э, КИ-15
	У-ПК-18	Э, КИ-15
	В-ПК-18	Э, КИ-15
ПК-19	З-ПК-19	Э, КИ-15
	У-ПК-19	Э, КИ-15
	В-ПК-19	Э, КИ-15
ПК-4	З-ПК-4	Э, КИ-8
	У-ПК-4	Э, КИ-8
	В-ПК-4	Э, КИ-8

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – <i>«отлично»</i>	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – <i>«хорошо»</i>	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – <i>«удовлетворительно»</i>	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – <i>«неудовлетворительно»</i>	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 620 Л33 Введение в самоорганизацию и самосборку ансамблей наночастиц : монография, Москва: НИЯУ МИФИ, 2015

2. ЭИ К 49 Наноплазмоника : , Москва: Физматлит, 2010
3. 620 М29 Нанотехнологии - Ударный вводный курс : учебное пособие, Долгопрудный: Интеллект, 2014
4. ЭИ Ш 18 Физика полупроводников : учебное пособие, Санкт-Петербург: Лань, 2022
5. ЭИ М31 Введение в физику наноструктур : учебное пособие для вузов, М. М. Маслов, Л. А. Опенев, Москва: НИЯУ МИФИ, 2011

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 620 Н25 Наноматериалы и нанотехнологии : учебник для вузов, Запорожье: Мотор Сич, 2014
2. 543 П78 Проблемы аналитической химии Т.20 Нанообъекты и нанотехнологии в химическом анализе, Москва: Наука, 2015

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Специализированный стенд для электрохимического формирования пористого кремния (Э-308)
2. Установка для получения углеродных нанотрубок методом газофазного осаждения (г.Железнодорожный, ФГКУ "В/ч 35533")
3. Установка для получения структурированных оксидов золь-гель технологией (г.Железнодорожный, ФГКУ "В/ч 35533")
4. Растровый электронный микроскоп (г.Железнодорожный, ФГКУ "В/ч 35533")
5. Установка для получения пленок методом ЛЭНГМЮР-БЛОДЖЕТТ (г.Железнодорожный, ФГКУ "В/ч35533")
6. Установка для молекулярной химической сборки (г.Железнодорожный, ФГКУ "В/ч 35533")
7. Атомно-силовой микроскоп (г.Железнодорожный, ФГКУ "В/ч 35533")
8. Микрофлюидическая установка для анализа ДНК (г.Железнодорожный, ФГКУ "В/ч 35533")

9. Установка для проведения эллипсометрических измерений (г.Железнодорожный, ФГКУ "В/ч 35533")

10. Лазерная люминесцентная установка (Э-205)

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Цель методических рекомендаций для студента – облегчение и ускорение процесса изучения дисциплины "Специальный практикум по физике наносистем".

Материалы учебно-методического комплекса предоставляются студентам в виде соответствующей литературы и электронном виде. Эти материалы являются описанием лабораторных учебно- исследовательских работ, с включением дополнительного материала. Студенты должны активно пользоваться предоставленными материалами при подготовке к получению допуска, выполнению и защите лабораторной работы.

Курс состоит из отдельных учебно-исследовательских работ, не связанных прямо друг с другом. Процесс занятий строится следующим образом. Студенты разбиваются на пары. Для получения допуска к работе студенту необходимо изучить соответствующие методические указания и описание лабораторной работы.

После получения допуска студенты могут приступать к выполнению работы под контролем преподавателя. Результаты выполнения работы оформляются в виде отчета, состоящего из краткого изложения принципов работы установки, цели выполнения работы, полученных экспериментальных данных, результатов обработки и выводов.

Последний этап работы – защита результатов работы у преподавателя. Особое внимание следует уделить вопросу обработки и представления результатов. Представленные зависимости должны быть физически обоснованы и иметь проставленные погрешности (доверительные интервалы).

Для целей эффективного усваивания и использования полученных знаний рекомендуется ознакомиться с интернет – ресурсами и литературой. В рекомендованной литературе, особенно дополнительной, отдельные изучаемые вопросы рассматриваются более глубоко, их изучение повышает квалификацию будущего специалиста. Следует также при работе с материалом пользоваться интернет – ресурсами, часть из которых приводится ниже:

<http://www.nanometer.ru/>

<http://www.nanoworld.org/russian/library.html>

<http://www.ntmdt.ru>

<http://www.nanoobr.ru/>

<http://www.rusnanoforum.ru/>

<http://nano-info.ru/>

<http://www.portalnano.ru/>

<http://www.nanonewsnet.ru/>

<http://www.rosnano.ru/>

<http://e-learning.nanoobr.ru/>

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Необходимо повторение в общих чертах принципов квантовой механики: операторов физических величин, принципа неопределенности, уравнения Шредингера. С методами

решения уравнения Шредингера для одномерных потенциальных ям студенты знакомы достаточно хорошо. Поэтому этот раздел можно дать для самостоятельной проработке или в форме задач. Основное внимание нужно уделить физическим выводам из решения квантовомеханических уравнений. При этом важным является вопрос: при каких размерах наноструктур и температурах экспериментально проявляется эффект размерного квантования. Этот вопрос можно оформить в виде задачи, но нужно помнить, что ее решение возможно только с помощью преподавателя. Часть занятия интересно посвятить сферической потенциальной яме с бесконечно высокими стенками. Это – модель полупроводниковой сферической квантовой точки. Полномерное решение уравнения Шредингера для этого случая на 3-м курсе – невозможно, поскольку студенты не знакомы со специальными функциями. Решение возможно лишь для частного случая. Однако полезно познакомить студента с поведением частицы в центральном поле, где сохраняется момент количества движения, рассмотреть уравнения для квадрата момента, закон квантования момента и его проекции на произвольную ось. необходимо рассмотреть методы коллоидной химии, молекулярно-лучевой эпитаксии и др. Однако, с методической точки зрения особое место занимает метод термического напыления. Действительно, изложение этого метода позволяет вспомнить и существенно дополнить знания студента по вакуумной технике. Знания по молекулярной физике в объеме курса общей физики позволяет студентам решать задачи, которые достаточно глубоко проясняют сущность метода и позволяют провести практически важные оценки и расчеты. Здесь уместно познакомить студентов с методом лазерного напыления, который активно развивается в МИФИ. Отдельного рассмотрения требуют методы получения наночастиц со свойствами плазмонного резонанса. Эффекты плазмонного резонанса можно изложить на основании элементарной теории дисперсии для плазмы. При изложении метода интерференционной микроскопии полезно вспомнить общие принципы оптической интерферометрии, устройства наиболее популярных интерферометров. Важно также рассмотреть применения наноструктур в современных методах анализа, при разработке сенсоров и т.п.

Самостоятельная работа студентов включает решение задач, предложенных преподавателем на лекциях и семинарах.

Для выполнения лабораторных работ студенты разбиваются на бригады по два (в порядке исключения по три) человека.

На первом занятии происходит инструктаж по технике безопасности, ознакомление с перечнем работ, которые необходимо выполнить в течение семестра, и ознакомление с порядком допуска, выполнения и сдачи работ. На первом же занятии происходит распределение студентов по бригадами (подгруппам), составляется график.

Допуск к выполнению работы предусматривает собеседование со всеми студентами, образующими бригаду, и определяет степень готовности каждого из них к выполнению работы. Собеседование проводится в пределах программы того курса, по которому выполняются работы. Для ориентации направления собеседования в описании к каждой лабораторной работе содержится перечень контрольных вопросов и список рекомендованной литературы. Во время допуска к работе студентам разрешается пользоваться только своим рабочим журналом. Для собеседования по допуску к работам отводятся первые два часа начала занятий. В том случае, если отвечающие студенты не проявили удовлетворительного понимания темы лабораторной работы, они к выполнению работы не допускаются. В оставшееся до конца занятия время они могут изучить необходимую литературу и в конце занятия повторно пройти собеседование. В начале выполнения лабораторной работы студенты совместно с преподавателем подробно

изучают установку и затем проводят предусмотренные заданием измерения. Полученные результаты заносятся в лабораторный журнал. Перед тем как выключить установку после проведения всех измерений необходимо результаты показать преподавателю.

Для получения зачета по работе студенты обязаны предъявить отчет, один на всю бригаду. В отчете должны быть представлены: схема установки, таблицы измеренных величин, необходимые расчеты, графики полученных зависимостей, ошибки измерений, заключение по работе, содержащее объяснение полученных результатов и сопоставление этих результатов с теоретическими закономерностями.

Зачет по работе проставляется после заключительного собеседования, на котором уточняются детали теоретического собеседования, выясняется понимание проводимых исследований и полученных результатов, определяется знание характеристик и возможностей лабораторной установки. Прием зачета производится в конце занятия.

Студенты выполнившие, но не сдавшие более одной лабораторной работы к дальнейшим работам не допускаются. Отчеты по лабораторным работам хранятся на кафедре до конца семестра.

Автор(ы):

Мартынов Игорь Леонидович, к.ф.-м.н.

Котковский Геннадий Евгеньевич, к.ф.-м.н.