

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»
(Новосибирский государственный университет, НГУ)

Физический факультет
Кафедра физических методов исследования твёрдого тела



Рабочая программа дисциплины

СПЕЦПРАКТИКУМ 2

направление подготовки: **03.03.02 Физика**
направленность (профиль): **Общая и фундаментальная физика**

Форма обучения
Очная

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6	36			16	18			2		
Всего 36 часов / 1 зачётная единица, из них: - контактная работа 18 часов										
Компетенции ПК-2										

Ответственный за образовательную программу,
д.ф.-м.н., проф.

С. В. Цыбуля

Новосибирск, 2022

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.	3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.	4
3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.	4
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.	5
5. Перечень учебной литературы.	6
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.	6
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.	7
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.	7
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.	7
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.	8

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Дисциплина «Спецпрактикум 2» предназначена для практического освоения студентами-физиками основ научного эксперимента и знакомство с современным научным оборудованием для электронно-микроскопических объектов.

Цели дисциплины – дать студентам представления об экспериментальных возможностях и назначении различных физических методов исследования (электронная микроскопия, энерго-дисперсионная спектроскопия), практические навыки работы на современном оборудовании для выполнения исследовательских работ (электронные микроскопы, спектрометры), навыки интерпретации экспериментальных данных с использованием стандартных методик.

Знания и навыки, получаемые при выполнении лабораторных работ в рамках данного спецпрактикума, необходимы для дальнейшей подготовки квалификационной работы бакалавра.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующей профессиональной компетенции:

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
<p>ПК-2 Способность использовать специализированные знания в области физики при решении научных и практических задач в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования</p>	<p>ПК -2.2. Применяет теоретические основы и базовые представления научного исследования в выбранной области фундаментальной и/или экспериментальной физики в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.</p> <p>ПК -2.3. Использует специализированные знания в области физики при выборе методов расчета, проведении статистического анализа экспериментальных данных в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.</p>	<p>Знать возможности и основные блоки устройства современных электронных микроскопов; основные этапы и методики проведения научного эксперимента методами электронной микроскопии, принципы обработки данных и работы с современными базами данных.</p> <p>Уметь готовить и выполнять эксперимент на моно- и поликристаллических образцах методами электронной микроскопии; пользоваться программным обеспечением для обработки полученных данных, составить и защитить научный отчёт.</p> <p>Владеть навыками применения методик электронной микроскопии; программными комплексами для обработки полученных данных.</p>

Лабораторные работы, входящие в дисциплину «Спецпрактикум 2», выполняются непосредственно в научно-исследовательских лабораториях НГУ и Института катализа СО РАН. Занятия идут в интерактивной форме в составе малых групп (2-4 человека). Преподавателем описывается план предстоящей работы, ставятся задачи. Обсуждаются способы решения поставленных задач, оптимальность предложенных решений. Умение ответить на вопросы

сокурсников и преподавателя развивает навыки, которые будут необходимы в дальнейшей профессиональной деятельности студента.

Всюду, где это допускается уровнем знаний и подготовки студентов, материал практических работ увязывается с современными исследованиями в данной области.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Спецпрактикум 2» реализуется в течение 6-го семестра для бакалавров, обучающихся по направлению подготовки 03.03.02 Физика, направленность «Общая и фундаментальная физика». Для его восприятия требуется предварительная подготовка студентов по электродинамике, кристаллографии, а также по математике (дифференциальное и интегральное исчисления, численные методы, теория вероятностей и математическая статистика). Он должен предшествовать прохождению производственной практики (НИР) и выполнению квалификационной работы бакалавра, т.к. дает необходимые знания и навыки для проведения научных исследований.

3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачёт	Дифференцированный зачёт	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6	36			16	18			2		
Всего 36 часов / 1 зачётная единица, из них: - контактная работа 18 часов										
Компетенции ПК-2										

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

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

- текущий контроль успеваемости: задания для самостоятельного выполнения;
- промежуточная аттестация: зачёт.

Общая трудоёмкость рабочей программы дисциплины составляет 1 зачётная единица.

- лабораторные занятия – 16 часов;
- самостоятельная работа обучающегося в течение семестра, не включая период сессии – 18 часов;
- промежуточная аттестация (зачёт) – 2 часа.

Объём контактной работы обучающегося с преподавателем (лабораторные занятия, зачёт) составляет 18 часов.

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 1 зачетную единицу, 36 академических часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)
			Всего	Аудиторные часы		Сам. работа во время занятий (не включая период сессии)	
				Лекции	Лабораторные занятия		
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Проведение экспериментов на растровом электронном микроскопе и определение размеров микрообъектов на поверхности твердого образца	1-4	8		4	4	
2.	Проведение экспериментов на энергодисперсионном спектрометре в растровом электронном микроскопе и определение локального химического состава на поверхности твердого образца	5-8	8		4	4	
3.	Знакомство с устройством и принципами работы атомно-силового микроскопа (АСМ)	9-12	8		4	4	
4.	Проведение экспериментов на АСМ и определение размеров микрообъектов на поверхности твердого образца	13-16	10		4	6	
5.	Зачет	17	2				2
Всего			36		16	18	2

Программа лабораторных занятий (16 часов)

Лабораторная работа № 1. Проведение экспериментов на растровом электронном микроскопе и определение размеров микрообъектов на поверхности твердого образца.

Цель работы: освоение микроскопического эксперимента на растровом электронном микроскопе и определение размеров микрообъектов

Оборудование: растровый электронный микроскоп JSM-6460 LV (Jeol). **(4 часа)**

Лабораторная работа № 2. Проведение экспериментов на энергодисперсионном спектрометре в растровом электронном микроскопе и определение локального химического состава на поверхности твердого образца.

Цель работы: освоение экспериментов по определению локального химического состава энергодисперсионным спектрометром на растровом электронном микроскопе

Оборудование: энергодисперсионный спектрометр на растровом электронном микроскопе EDS-INCA-Energy-350 (Oxford Instruments). **(4 часа)**

Лабораторная работа № 3. Знакомство с устройством и принципами работы атомно-силового микроскопа (АСМ): устройство и работа основных блоков микроскопа включая оптико-электронную систему детектирования, пьезосканер, зонд и систему обратной связи. Ознакомление со схемой функционирования микроскопа и принципом построчного формирования микроскопического изображения.

Цель работы: освоение принципов работы микроскопа вида АСМ, а также конкретного устройства Солвер Некст (НТ-МДТ) и метода получения микроскопических изображений.

Оборудование: сканирующая зондовая станция “Солвер Некст” и софт “Nova” (НТ-МДТ). **(4 часа)**

Лабораторная работа № 4. Проведение экспериментов на АСМ и определение размеров микрообъектов на поверхности твердого образца.

Цель работы: освоение микроскопического эксперимента на АСМ и определение характеристик поверхности микрообъектов, размеров, шероховатости.

Оборудование: сканирующая зондовая станция “Солвер Некст” (НТ-МДТ), софт для съёмки данных “Nova” (НТ-МДТ), софт для обработки данных “Image Analysis” (НТ-МДТ). **(4 часа)**

Самостоятельная работа студентов (18 часов)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Подготовка к лабораторным занятиям.	8
Подготовка отчётов по выполненным работам	8
Подготовка к зачёту	2

5. Перечень учебной литературы.

1. Уикли, Бренда С. Электронная микроскопия для начинающих / Б. С. Уикли; пер. с англ. И. В. Викторова; под ред. и с предисл. В. Ю. Полякова Москва : Мир, 1975. – 324 с.(5 эк.)
2. Морозова К. Н. Основы электронной микроскопии: учебно-методическое пособие: Новосибирск: Издательско-полиграфический центр НГУ, 2020. – 84 с., URL: <http://e-lib.nsu.ru/dsweb/Get/Resource-6256/Page0000.pdf>.

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.

Самостоятельная работа студентов поддерживается следующими учебными пособиями:

3. Уикли, Бренда С. Электронная микроскопия для начинающих / Б. С. Уикли; пер. с англ. И. В. Викторова; под ред. и с предисл. В. Ю. Полякова Москва : Мир, 1975. – 324 с.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

Для освоения дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

7.1 Современные профессиональные базы данных

Не используются.

7.2. Информационные справочные системы

Не используются.

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

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется.

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

Для реализации дисциплины используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестации.
2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.
3. Лаборатории.
4. Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль

Текущий контроль осуществляется посредством проверок отчётов, составленных обучающимися к каждому лабораторному практикуму, о работе, проведённой на предыдущем занятии. На каждом занятии отчёты разбираются, задаются контрольные вопросы на знание материала.

Промежуточная аттестация

Освоение компетенций оценивается согласно шкале оценки уровня сформированности компетенции. Положительная оценка по дисциплине выставляется в том случае, если заявленная компетенция ПК-2 сформирована не ниже порогового уровня в части, относящейся к формированию способности использовать специализированные знания в области электронной микроскопии в профессиональной деятельности.

Окончательная оценка работы студента в течение семестра происходит на зачёте. Зачёт проводится в конце семестра в зачётную неделю в устной форме. При получении зачета учитываются результаты текущего контроля: должны быть оформлены и сданы отчеты по всем лабораторным работам. Помимо этого, обучающиеся должны ответить на контрольные вопросы непосредственно во время зачета. Вопросы подбираются таким образом, чтобы проверить уровень сформированности компетенции ПК-2.

Вывод об уровне сформированности компетенций принимается преподавателем. Освоение компетенций оценивается по двухбалльной шкале «сформирована / не сформирована». Зачёт ставится, когда все компетенции освоены не ниже порогового уровня. Это означает успешное прохождение студентом промежуточной аттестации.

Соответствие индикаторов и результатов освоения дисциплины

Таблица 10.1

Индикатор	Результат обучения по дисциплине	Оценочные средства
ПК -2.2. Применяет теоретические основы и базовые представления научного исследования в выбранной области фундаментальной и/или экспериментальной физики в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.	Знать возможности и основные блоки устройства современных электронных микроскопов; основные этапы и методики проведения научного эксперимента методами электронной микроскопии, принципы обработки данных и работы с современными базами данных. Уметь готовить и выполнять эксперимент на моно- и поликристаллических образцах методами электронной микроскопии; пользоваться программным обеспечением для обработки полученных данных, составить и защитить научный отчёт.	Проведение лабораторных работ, зачет.

<p>ПК-2.3. Использует специализированные знания в области физики при выборе методов расчета, проведении статистического анализа экспериментальных данных в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.</p>	<p>Владеть навыками применения методик электронной микроскопии; программными комплексами для обработки полученных данных.</p>	<p>Проведение лабораторных работ, зачет.</p>
---	--	--

10.2 Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Спецпрактикум 2».

Таблица 10.2

Критерии оценивания результатов обучения	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Уровень освоения компетенции			
		Не сформирован (не зачтено)	Пороговый уровень (зачтено)	Базовый уровень (зачтено)	Продвинутый уровень (зачтено)
1	2	3	4	5	6
Полнота знаний	ПК 2.2	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки.	Демонстрирует общие знания базовых понятий по темам/разделам дисциплины. Допускается значительное количество негрубых ошибок.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/несущественных ошибок. Не отвечает на дополнительные вопросы.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы.
Наличие умений	ПК 2.2	Отсутствие минимальных умений. Не умеет решать стандартные задачи. Имеют место грубые ошибки.	Продемонстрированы частично основные умения. Решены типовые задачи. Допущены негрубые ошибки.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания с негрубыми ошибками или с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания в полном объеме без недочетов и ошибок.
Наличие навыков (владение опытом)	ПК 2.3	Отсутствие владения материалом по темам/разделам дисциплины. Нет навыков в решении стандартных задач. Наличие грубых ошибок.	Имеется минимальный набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. Продемонстрированы знания по решению нестандартных задач.

10.3 Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Примеры вопросов на защите отчёта выполненных лабораторных работ

1. Какова толщина слоя материала, которая принимает участие в формировании изображения во ВЭ?
2. Из каких соображений следует выбирать шаг сканирования? Время накопления в точке?

Примерные вопросы на зачёте

- Чем определяется изменение интенсивности в точках на изображении, полученном во ВЭ?
- Какова толщина слоя материала, которая принимает участие в формировании ЭДС спектра?
- Чем определяется пространственное разрешение в ЭДС спектроскопии?

- В чем заключается механизм формирования изображения во вторичных электронах?
- В чём заключается принцип работы растрового электронного микроскопа?
- Как формируется ЭДС спектр?

Оценочные материалы по промежуточной аттестации, предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям СУОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.

**Лист актуализации рабочей программы
по дисциплине «Спецпрактикум 2»
по направлению подготовки 03.03.02 Физика
Профиль «Общая и фундаментальная физика»**

№	Характеристика внесенных изменений (с указанием пунктов документа)	Дата и № протокола Учёного совета ФФ НГУ	Подпись ответственного