

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 физики полупроводников

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Нанодиагностика для аспирантов

направление подготовки: 03.06.01 Физика и астрономия

Курс 2, семестр 3

профиль

Физика конденсированного состояния

Форма обучения: **очная**

Разработчик:
академик РАН, д.ф.-м.н. А.В. Латышев



Заведующий кафедрой физики полупроводников ФФ
академик РАН, д.ф.-м.н., А.В. Латышев



Новосибирск 2020

Содержание

Аннотация к рабочей программе дисциплины « Нанодиагностика для аспирантов ».....	3
1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	5
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	6
3. Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося.....	6
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....	7
5. Перечень учебной литературы.....	10
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.....	11
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.....	11
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	12
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	12
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.....	12

Аннотация

к рабочей программе дисциплины «**Нанодиагностика для аспирантов**»»

Направление: **03.06.01 Физика и астрономия**

Направленность (профиль): **Физика конденсированного состояния**

Дисциплина «Нанодиагностика для аспирантов» реализуется в рамках образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 03.06.01 «Физика и астрономия» профиль подготовки «Физика конденсированного состояния» по очной форме обучения на русском языке. Дисциплина «Нанодиагностика для аспирантов» развивает знания, умения и навыки, сформированные у обучающихся по результатам общей базовой подготовки в рамках программ бакалавриата и магистратуры, и не требует знаний по другим дисциплинам подготовки для аспирантов. Курс входит в набор вариативных дисциплин, направленных на подготовку к сдаче экзаменов кандидатского минимума и подготовки научно-квалификационной работы (диссертации), для аспирантов, обучающихся по профилю подготовки «Физика конденсированного состояния».

Основные задачи преподавания данной дисциплины состоят в формировании у аспирантов углубленных знаний о современных методах диагностики и развитие навыков проведения самостоятельных исследований структуры, химического состава, оптических и электрофизических свойств поверхности твердого тела, микро- и наносистем, умения анализировать информацию и использовать ее для качественных и количественных характеристик исследуемых объектов, ознакомление с основами метрологии твердотельных низкоразмерных систем и развития физических основ полупроводниковых нанотехнологий.

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

Знания:

УК-1.1. Знать актуальные исследования и критически анализировать результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности.

УК-5.1. Знать возможные направления профессиональной самореализации, владеть приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач.

ОПК-1.1. Знать современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в применении к профессиональной области деятельности.

ПК-1.1. Знать теоретические основы, базовые понятия и модели построения теоретических моделей физических явлений и процессов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

ПК-2.1. Знать физические основы базовых экспериментов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

Умения:

УК-1.2. Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений физики, в части постановки актуальных задач научных исследований в применении к профессиональной области деятельности и в зависимости от специфики объекта исследования.

УК-5.2. Уметь выявлять и формулировать проблемы собственного профессионального развития.

ОПК-1.2. Уметь определять и применять современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в зависимости от специфики объекта исследования.

ПК-1.2. Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

ПК-2.2. Уметь определять и применять современные научные методы в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

Навыки:

УК-5.3. Владеть приемами осознания собственных достижений с целью их совершенствования, достаточными для выполнения научных исследований на современном мировом уровне в применении к профессиональной области деятельности в зависимости от специфики объекта исследования.

ОПК-1.3. Владеть способностью составлять и оформлять научно-технической документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и статьи.

Дисциплина «Нанодиагностика для аспирантов» реализуется в третьем семестре (второй курс аспирантуры).

Текущий контроль успеваемости:

Текущий контроль успеваемости включает контроль посещаемости обучающимися занятий, сдачу заданий, оценку их активности в ходе дискуссий и заключается в презентации аспирантом доклада по одному из разделов программы курса.

Промежуточная аттестация:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Нанодиагностика для аспирантов» проводится по итогам завершения программы дисциплины в виде зачета, по результатам которого выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено». Оценка «зачтено» может быть выставлена по результатам текущего контроля, если в ходе представления самостоятельно подготовленного доклада и ответов на вопросы обучающийся продемонстрировал уровень сформированности компетенций не ниже порогового. Оценка «зачтено» является положительным результатом прохождения промежуточной аттестации. На зачете для дополнительной проверки сформированности отдельных компетенций обучающемуся могут быть заданы вопросы по пройденному материалу.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции и практические занятия, доклады обучающихся по тематике, связанной с выполнением их научной работы, индивидуальная работа с преподавателем/консультации в период занятий. самостоятельная подготовка обучающихся, зачет.

Общий объем дисциплины – 3 зачетных единицы (108 часов).

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

Код	Компетенции, формируемые в рамках дисциплины
УК-1. Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	
УК-1.1	Знать актуальные исследования и критически анализировать результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности.
УК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений физики, в части постановки актуальных задач научных исследований в применении к профессиональной области деятельности и в зависимости от специфики объекта исследования.
УК-5. Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	
УК-5.1	Знать возможные направления профессиональной самореализации, владеть приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач.
УК-5.2	Уметь выявлять и формулировать проблемы собственного профессионального развития, владеть приемами осознания собственных достижений с целью их совершенствования.
УК-5.3	Обладать знаниями, достаточными для выполнения научных исследований на современном мировом уровне в применении к профессиональной области деятельности в зависимости от специфики объекта исследования.
ОПК-1. Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	
ОПК-1.1	Знать современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в применении к профессиональной области деятельности.
ОПК-1.2	Уметь определять и применять современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в зависимости от специфики объекта исследования.
ОПК-1.3	Владеть способностью составлять и оформлять научно-технической документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и статьи.
ПК-1. Способность построения теоретических моделей физических явлений и процессов в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.	
ПК-1.1	Знать теоретические основы, базовые понятия и модели построения теоретических моделей физических явлений и процессов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.
ПК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.
ПК-2. Способность к решению научных и практических задач в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.	
ПК-2.1	Знать физические основы базовых экспериментов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.
ПК-2.2	Уметь определять и применять современные научные методы в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Нанодиагностика для аспирантов» реализуется в рамках образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 03.06.01 «Физика и астрономия» профиль подготовки «Физика конденсированного состояния» по очной форме обучения на русском языке. Дисциплина «Нанодиагностика для аспирантов» развивает знания, умения и навыки, сформированные у обучающихся по результатам общей базовой подготовки в рамках программ бакалавриата и магистратуры, и не требует знаний по другим дисциплинам подготовки для аспирантов. Курс входит в набор вариативных дисциплин, направленных на подготовку к сдаче экзаменов кандидатского минимума и подготовки научно-квалификационной работы (диссертации), для аспирантов, обучающихся по профилю подготовки «Физика конденсированного состояния».

Основные задачи преподавания данной дисциплины состоят в формировании у аспирантов углубленных знаний о современных методах диагностики и развитие навыков проведения самостоятельных исследований структуры, химического состава, оптических и электрофизических свойств поверхности твердого тела, микро- и наносистем, умения анализировать информацию и использовать ее для качественных и количественных характеристик исследуемых объектов, ознакомление с основами метрологии твердотельных низкоразмерных систем и развития физических основ полупроводниковых нанотехнологий.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции и практические занятия, доклады обучающихся по тематике, связанной с выполнением их научной работы, индивидуальная работа с преподавателем/консультации в период занятий. самостоятельная подготовка обучающихся, зачет.

Общий объем дисциплины – 3 зачетных единицы (108 часов).

Дисциплины (практики), для изучения которых необходимо освоение дисциплины Радиационная физика для аспирантов:

Кандидатский экзамен по модулю Физика конденсированного состояния

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

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	Индивидуальная работа с преподавателем/ Консультации в период занятий			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Кандидатский экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	108	32	16		12	46			2		
Всего 108 часов /3 зачетных единицы, из них:											
- контактная работа 62 часа; - в интерактивных формах 28 часов											
Компетенции: УК-1, УК-5, ОПК-1, ПК-1, ПК-2											

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

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Консультации перед экзаменом	Промежуточная аттестация (в часах)
			Всего	Аудиторные часы			Сам. работа во время занятий (не включая период сессии)	Сам. работа во время промежуточной аттестации		
				Лекции	Практические занятия	Индивидуальная работа с преподавателем /Консультации в период занятий				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	Прецизионная структурная диагностика наносистем	1-2	6	2	2		2			
2.	Нанодиагностика и нанометрология.	3-4	6	2	2		2			
3.	Взаимодействие электронного пучка с образцом	5-6	6	2	2		2			
4.	Электронная и ионная микроскопия.	7-8	6	2	2		2			
5.	Просвечивающая электронная микроскопия.	9-10	6	2	2		2			
6.	Сканирующая зондовая микроскопия	11-12	6	2	2		2			
7.	Технологии изготовления твердотельных систем пониженной размерности.	13-14	6	2	2		2			
8.	Интерферометрия и спектроскопия твердых тел	15-16	6	2	2		2			
9.	Научные доклады обучающихся по тематикам их научных исследований	1-16	58	16		26	16			
10.	Зачет	17	2							2
Всего			108	32	16	26	32			2

Программа курса по разделам и темам

Прецизионная структурная диагностика наносистем.

Анализ атомного строения, химического состава и дефектов структуры. Анализ основных закономерностей роста и дефектообразования в системах пониженной размерности. Установление корреляционных зависимостей между структурой и свойствами. Методы измерений параметров наноматериалов. Методы диагностики конденсированных материалов.

Нанодиагностика и нанометрология.

Разработка стандартных образцов, методик измерений и государственных стандартов для обеспечения единства измерений в нанометровом диапазоне. Методы метрологии и сертификации. Метрология наноструктур. Международный стандарт. Государственный первичный и вторичный эталон. Методика выполнения измерений. Калибровка. Систематическая и случайная погрешность измерения.

Взаимодействие электронного пучка с образцом.

Упругое и неупругое рассеяние. Область взаимодействия пучка электронов с твердым телом. Дифракция быстрых и медленных электронов. Электронография. Кикучи-линии. Расшифровка дифракционных картин. Осцилляции интенсивности ДБЭ.

Электронная и ионная микроскопия

Электромагнитная и электростатическая линза. Сферическая и хроматическая aberrации. Астигматизм. Источники электронов. In situ методы характеристики. Сканирующая электронная микроскопия. Микроскопия медленных электронов. Ионная микроскопия.

Просвечивающая электронная микроскопия.

Высокоразрешающая электронная микроскопия. Аналитическая микроскопия. Основы дифракционного и фазового контраста. Предельное разрешение. Глубина поля и глубина фокуса. Темное и светлое поле. Препарирование образцов для ПЭМ. Отражательная электронная микроскопия. Моделирование и расчет электронно-микроскопических изображений. Анализ атомного строения наноструктур с помощью высокоразрешающей просвечивающей электронной микроскопии с коррекцией сферической aberrации.

Современная сканирующая зондовая микроскопия.

Сканирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия и спектроскопия. Сканирующий оптический микроскоп ближнего поля. Магнитно-силовой микроскоп. Сканирующий электростатический микроскоп.

Технологии изготовления твердотельных систем пониженной размерности.

Методы наноструктурирования на основе электронной и ионной литографии. Зондовые методы литографии. Литографический шаблон. Рентгеновская литография. Технология Ленгмюра-Блоджет.

Интерферометрия и спектроскопия твердых тел

Интерферометрия. Лазерная эллипсометрия. Инфракрасная спектроскопия. Фурье-спектроскопия. Спектроскопия комбинационного рассеяния. Метод EXAFS. Оже-спектроскопия. Электронная спектроскопия для химического анализа (ЭСХА), рентгено-фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС). Рентгеновские дифракционные методы

План практических занятий

1. Прецизионная структурная диагностика наносистем. Анализ атомного строения, химического состава и дефектов структуры. Анализ основных закономерностей роста и дефектообразования в системах пониженной размерности. Установление корреляционных зависимостей между структурой и свойствами. Методы измерений параметров наноматериалов. Методы диагностики конденсированных материалов.
2. Нанодиагностика и нанометрология. Разработка стандартных образцов, методик измерений и государственных стандартов для обеспечения единства измерений в нанометровом диапазоне. Методы метрологии и сертификации. Метрология наноструктур. Международный стандарт. Государственный первичный и вторичный эталон. Методика выполнения измерений. Калибровка. Систематическая и случайная погрешность измерения.
3. Взаимодействие электронного пучка с образцом. Упругое и неупругое рассеяние. Область взаимодействия пучка электронов с твердым телом. Дифракция быстрых и

медленных электронов. Электронография. Кикучи-линии. Расшифровка дифракционных картин. Осцилляции интенсивности ДБЭ.

4. Электромагнитная и электростатическая линза. Сферическая и хроматическая аберрации. Астигматизм. Источники электронов. In situ методы характеристики. Сканирующая электронная микроскопия. Микроскопия медленных электронов. Ионная микроскопия.

5. Просвечивающая электронная микроскопия. Высокорастворяющая электронная микроскопия. Аналитическая микроскопия. Основы дифракционного и фазового контраста. Предельное разрешение. Глубина поля и глубина фокуса. Темное и светлое поле. Препарирование образцов для ПЭМ. Отражательная электронная микроскопия. Моделирование и расчет электронно-микроскопических изображений. Анализ атомного строения наноструктур с помощью высокоразрешающей просвечивающей электронной микроскопии с коррекцией сферической аберрации.

6. Современная сканирующая зондовая микроскопия. Сканирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия и спектроскопия. Сканирующий оптический микроскоп ближнего поля. Магнитно-силовой микроскоп. Сканирующий электростатический микроскоп.

7. Технологии изготовления твердотельных систем пониженной размерности. Методы наноструктурирования на основе электронной и ионной литографии. Зондовые методы литографии. Литографический шаблон. Рентгеновская литография. Технология Ленгмюра-Блоджет.

8. Интерферометрия. Лазерная эллипсометрия. Инфракрасная спектроскопия. Фурье-спектроскопия. Спектроскопия комбинационного рассеяния. Метод EXAFS. Оже-спектроскопия. Электронная спектроскопия для химического анализа (ЭСХА), рентгено-фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС). Рентгеновские дифракционные методы

В ходе реализации учебного процесса материал курса увязывается с передовыми исследованиями всюду, где это допускается уровнем знаний и подготовки аспирантов. Специально указываются темы, активно обсуждающиеся в текущей профессиональной научной литературе.

Методическая новизна базовой части курса состоит в изложении с единых позиций оптических свойств различных твердых тел – полупроводников, диэлектриков и металлов. Это позволяет студентам глубже осознать, с одной стороны, фундаментальные различия между откликом металлов и диэлектриков на электромагнитное излучение и, с другой стороны, понять случаи «металлического» поведения оптических спектров полупроводников и влияния межзонных переходов в металлах на их оптические свойства. По сравнению с известными учебниками, при изложении материала более широко используются графики и диаграммы, иллюстрирующие микроскопические механизмы поглощения света, релаксацию импульса, энергии и спина фотоэлектронов, возникновение фототоков и фото-ЭДС, а также фотоэмиссию электронов из кристалла в вакуум. В курсе детально рассмотрены физические основы и экспериментальные реализации методов модуляционной спектроскопии полупроводников, в том числе электропоглощение, электро- и фотоотражение.

Еще одно отличие данного курса от традиционных курсов по физике конденсированного состояния состоит в детальном рассмотрении современных методов исследования поверхности твердых тел, основанных на использовании видимого, ультрафиолетового и рентгеновского излучения. В числе таких методов рассмотрены фотоэмиссионная спектроскопия и спектроскопия анизотропного отражения света.

Лекционные и практические занятия проводятся в интерактивной форме,

подразумевающей со стороны преподавателя постановку проблемы по указанным темам, формулировку некоторых практических заданий и задач, подходы к решению которых должны найти обучающиеся в ходе занятия. Практикуется обсуждение проблемных вопросов, в том числе, с элементами свободной дискуссии с участием обучающихся и преподавателя. На занятиях также заслушиваются доклады обучающихся по заданным темам, сопровождающиеся уточняющими вопросами со стороны преподавателя и других обучающихся. Темы закрепляются в ходе самостоятельной работы обучающегося по решению задач с использованием рекомендованной литературы, а также в процессе научно-исследовательской деятельности.

Для лучшего усвоения материала, в середине семестра проводится письменный тест, а конце семестра – коллоквиум по наиболее сложным, требующим дополнительного обсуждения вопросам курса. По курсу подготовлено задание, состоящее из 6 задач.

Индивидуальная работа с преподавателем

Перечень работ	Объем, час
Обсуждение плана доклада по избранной теме, рекомендации преподавателя относительно литературных источников, которые можно использовать при подготовке доклада, индивидуальные консультации по ходу подготовки доклада. Обсуждение задач, стоящих перед аспирантом в рамках его научно-исследовательской работы, и возможных способов их решения с привлечением различных методов.	12

Самостоятельная работа обучающихся

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Самостоятельная подготовка к лекционным и практическим занятиям с использованием учебной литературы. Подготовка доклада по избранной теме. Поиск литературных источников, работа с научным текстом, анализ литературных данных. Подготовка к практическим занятиям. Решение практических заданий.	46

5. Перечень учебной литературы

5.1 Основная литература

- 1 Нанотехнологии: [Учеб. пособие для вузов по направлению "Нанотехнологии"] / Ч. Пул, Ф. Оуэнс; Пер. с англ. под ред. Ю.И. Головина = Introduction to Nanotechnology. М.: Техносфера, 2004. 327 с.
- 2 Рыков С.А. Сканирующая зондовая микроскопия полупроводниковых материалов и наноструктур: [Учеб. пособие для вузов по направлению "Техн. физика"] / С.А. Рыков; Под общ. ред. В.И. Ильина, А.Я. ШикаСПб.: Наука, 200152 с.: ил.; 21 см. (Новые разделы физики полупроводников) ISBN 5-02-024956-4.
- 3 Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля: учебное пособие для вузов по направлению подготовки "Прикладная математика и физика" / Д. Брандон, У. Каплан; пер. с англ. под ред. С.Л. Баженова; с доп. О.В. Егоровой Москва: Техносфера, 2004, 377 с.: ил.; 25 см. (Мир материалов и технологий; VI; 02) ISBN 0-471-98501-5.

5.2 Дополнительная литература

- 4 Юбилейный сборник избранных трудов Института физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН (1964 - 2014) / Федер. гос. бюджет. учреждение науки Ин-т физики

полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН; [отв. ред. А.В. Латышев, А.В. Двуреченский, А.Л. Асеев] Новосибирск: Параллель, 2014, 843 с.: ил.; 25 см. ISBN 978-5-98901-144-5.

5. Методы получения и свойства нанообъектов: учебное пособие: [для студентов, обучающихся по специальности "Нанотехнологии" / Н.И. Минько, В.В. Строкова, И.В. Жерновский, В.М. Нарцев] Москва: Флинта: Наука, 2009162, [1] с.: ил., табл.; 21 см. ISBN 978-5-9765-0326-7 ISBN 978-5-02-034741-0 Вудраф, Д. Современные методы исследования поверхности / Д. Вудраф, Т. Делчар; Пер. с англ. Е.Ф. Шека / Под ред. В.И. Раховского = Modern Techniques of Surface Science. М.: Мир, 1989. 568 с.

6. Миронов В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии: Учеб. пособие для вузов / В. Миронов; РАН, Ин-т физики микроструктур М.: Техносфера, 2004, 143 с.: ил.; 22 см. (Мир физики и техники; II; 02) ISBN 5-94836-034-2.

7. 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..

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся

Размещение учебных материалов:

Адрес в интернете, по которому размещены учебные материалы дисциплины:

<http://www.isp.nsc.ru/obrazovanie/aspirantura/obshchaya-informatsiya>

Обучающиеся полностью обеспечены необходимой научной литературой за счет фондов библиотеки НГУ (<http://libra.nsu.ru/>). Обучающимся, проходящим практику в Институтах СО РАН, предоставляется доступ к информационным ресурсам на тех же основаниях, что и научным сотрудникам этих институтов на основании договоров о прохождении практической подготовки.

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

Освоение дисциплины используются следующие ресурсы:

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

Взаимодействие обучающегося с преподавателем (синхронное и (или) асинхронное) осуществляется через личный кабинет студента в ЭИОС.

1.1 Современные профессиональные базы данных:

1. Полнотекстовые журналы Springer Journals за 1997-2020 г., электронные книги (2005-2020 гг.), коллекция научных биомедицинских и биологических протоколов SpringerProtocols, коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга SpringerMaterials, реферативная БД по чистой и прикладной математике zbMATH.

2. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки (ЭБД РГБ).

3. Полнотекстовые электронные ресурсы Freedom Collection издательства Elsevier (Нидерланды) (23 предметные коллекции).

4. Электронные ресурсы Web of Science Core Collection (Thomson Reuters Scientific LLC.), Journal Citation Reports + ESI.

5. Электронные БД JSTOR (США). 15 предметных коллекций: Arts & Sciences I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, Life Sciences, Health & General Science, Mathematics & Statistics, Ecology & Botany, Language & Literature, Business I, II.).
6. БД Scopus (Elsevier).

7.2. Информационные справочные системы

1. Раздел "Образование" сайта ИФП СО РАН - URL:
http://www.isp.nsc.ru/index.php?ACTION=part&id_part=4&sub_part=81

Поисковая платформа "Web of Knowledge

http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=S2kBCc@@@5IIfkFB7B9a&preferencesSaved=&highlighted_tab=WOS.

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 практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

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

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине и индикаторов их достижения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы по дисциплине представлен в разделе 1.

10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль успеваемости:

Текущий контроль включает контроль посещаемости обучающимися еженедельных занятий, оценку их активности в ходе дискуссий и проверки заданий для самостоятельного решения.

Для организации и контроля самостоятельной работы аспирантов, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии. Накануне каждого занятия аспирантам по электронной почте высылаются файлы с детальным планом занятия, контрольными вопросами и заданиями по теме, точным указанием страниц учебников и пособий, которые рекомендуется прочесть для активного усвоения материала на занятии.

Электронный адрес преподавателя: alper_isp@mail.ru

Текущий контроль успеваемости учитывается в рамках промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Нанодиагностика для аспирантов» проводится по итогам завершения программы дисциплины в виде зачета, по результатам которого выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено». Оценка «зачтено» может быть выставлена по результатам текущего контроля, если в ходе представления самостоятельно подготовленного доклада и ответов на вопросы обучающийся продемонстрировал уровень сформированности компетенций не ниже порогового. Оценка «зачтено» является положительным результатом прохождения промежуточной аттестации. На зачете для дополнительной проверки сформированности отдельных компетенций обучающемуся могут быть заданы вопросы по пройденному материалу.

Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине Нанодиагностика для аспирантов

Таблица 10.1

Код компетенции	Результат обучения по дисциплине	Оценочное средство
УК-1. Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях		Работа на занятиях Представление доклада Зачет
УК-1.1	Знать актуальные исследования и критически анализировать результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности.	
УК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений физики, в части постановки актуальных задач научных исследований в применении к профессиональной области деятельности и в зависимости от специфики объекта исследования.	
УК-5 Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития		Работа на занятиях Представление доклада Зачет
УК-5.1	Знать возможные направления профессиональной самореализации, владеть приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач.	
УК-5.2	Уметь выявлять и формулировать проблемы собственного профессионального развития.	
УК-5.3	Владеть приемами осознания собственных достижений с целью их совершенствования, достаточными для выполнения научных исследований на современном мировом уровне в	

	применении к профессиональной области деятельности в зависимости от специфики объекта исследования.	
ОПК-1. Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий		Работа на занятиях Представление доклада Зачет
ОПК-1.1	Знать современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в применении к профессиональной области деятельности.	
ОПК-1.2	Уметь определять и применять современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в зависимости от специфики объекта исследования.	
ОПК-1.3	Владеть способностью составлять и оформлять научно-технической документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и статьи.	
ПК-1. Способность построения теоретических моделей физических явлений и процессов в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.		Работа на занятиях Представление доклада Зачет
ПК-1.1	Знать теоретические основы, базовые понятия и модели построения теоретических моделей физических явлений и процессов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.	
ПК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.	
ПК-2. Способность к решению научных и практических задач в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.		Работа на занятиях Представление доклада Зачет
ПК-2.1	Знать физические основы базовых экспериментов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.	
ПК-2.2	Уметь определять и применять современные научные методы в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.	

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	УК 1.1 УК 5.1 ОПК 1.1 ПК 1.1	Уровень знаний ниже минимальных требований.	Минимально допустимый уровень	Уровень знаний соответствует программе	Уровень знаний соответствует

	ПК 2.1	Имеют место грубые ошибки.	знаний. Допускается значительное количество негрубых ошибок.	подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/несущественных ошибок. Не отвечает на дополнительные вопросы.	программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы.
Наличие умений	УК 1.2 УК 5.2 ОПК 1.2 ПК 1.2 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)	УК 5.3 ОПК 1.3	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.

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

Тематика докладов дисциплины «Нанодиагностика для аспирантов».

Ниже приведена примерная тематика докладов дисциплины (конкретная тема доклада определяется преподавателем совместно с обучающимся с учетом специфики научных исследования аспиранта).

1. Структурная диагностика низкоразмерных систем методами электронной микроскопии.

2. Атомная структура границ раздела и атомные конфигурации дефектов в полупроводниковых гетероструктурах
3. Сканирующие зондовые методы для характеристики полупроводниковых структур.
4. Полупроводниковые нанотехнологии создания модельных квантовых наносистем, составляющих основу нового поколения элементной базы нанoeлектроники
5. Современные технологии синтеза полупроводниковых структур и методы их структурно-химической характеристики

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.