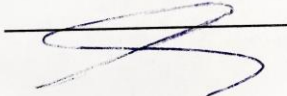


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физики твердого тела и наноструктур
(Середин П.В.)
 31.08.2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.06 Методы исследования и контроля наноматериалов и
наноструктур

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:
03.04.02 «Физика»
2. Профиль подготовки/специализация:
Физика твердого тела
3. Квалификация (степень) выпускника: Бакалавр
4. Форма обучения: Очная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: кафедра физики твердого тела и наноструктур
6. Составители программы: Манякин М.Д., к. физ.-мат. наук, доцент
7. Рекомендована: НМС физического факультета, протокол № 6 от 26.06.2021г.
8. Учебный год: 2025-2026 Семестр(ы): 7

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Цели и задачи учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- получение основных знаний, умений и навыков, необходимых при определении подходов к проведению выбора, его обоснованию, современных экспериментальных методов исследования и контроля систем наноразмерного диапазона, материалов используемых при их построении.
- приобретение навыков эффективного использования современных экспериментальных методов исследования и контроля для систем, в первую очередь используемых при разработке приборов и устройств нанотехнологий, при применении современных технологических подходов современной науки, техники и технологий.

Задачи учебной дисциплины:

- освоение основных подходов к проведению изучения и анализа наносистем для задач твердотельных наносистем;
- освоение основных подходов к изучению и анализу наносистем методом растровой электронной микро-скопии;
- освоение основных подходов к изучению и анализу наносистем методом сканирующей зондовой микро-скопии;
- освоение основных подходов к изучению и анализу наносистем рентгеновскими методами структурного анализа;
- освоение основных подходов к изучению и анализу наносистем рентгеноэлектронными методами спектрального анализа;
- изучение синхротронных методов диагностики, подходов к анализу наносистем;

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Часть, формируемая участниками образовательных отношений, блок Б1.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ПК-2	Способен осуществлять выполнение экспериментов и оформление результатов исследований и разработок	ПК-2-1 Выбирает, обосновывает и реализует на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик материалов, приборов, схем, устройств и установок различного функционального назначения
ПК-4	Способен модернизировать существующие и внедрять новые методы измерений параметров наноматериалов и наноструктур	ПК-4-2 Реализует на практике основные методы измерений параметров наноматериалов и наноструктур

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. Общая трудоемкость дисциплины 3 з.е.

Форма промежуточной аттестации зачет.

13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	Всего	По семестрам
		7 семестр
Аудиторные занятия	18	18
в том числе: лекции	36	36
практические		
лабораторные	18	18
Самостоятельная работа	36	36
Форма промежуточной аттестации - зачет с оценкой		
Итого:	108	108

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
1. Лекции			
1.1	Синхротронное излучение	Физические основы синхротронного излучения. Основные принципы генерации синхротронного излучения. Поколения накопительных колец.	–
1.2	Расширение традиционных методов при использовании синхротронного излучения	Физические основы применения синхротронного излучения как расширение функционала методов рентгеновской и электронной спектроскопии. Спектротомическая микроскопия.	–
1.3	Применение синхротронного излучения	Применение синхротронного излучения для диагностики твердых тел, наноструктур и наноматериалов.	–

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Синхротронное излучение	12			20	32
2	Расширение традиционных методов при использовании синхротронного излучения	4			8	12
3	Применение синхротронного излучения	10			18	28
	Итого:	26			46	72

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Изучение дисциплины «Методы исследования и контроля наноматериалов и наноструктур» предусматривает осуществление учебной деятельности состоящей из двух частей: обучения студентов преподавателем и самостоятельной учебной деятельности студентов по изучению дисциплины.

Дисциплина «Методы исследования и контроля наноматериалов и наноструктур» реализуется с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Самостоятельная работа студентов наряду с аудиторной представляет одну из форм учебного процесса и является существенной ее частью, что наиболее ярко представлено в процессе подготовки магистров. Последнее обусловлено тем, что самостоятельная работа предназначена для формирования навыков самостоятельной работы как вообще, так и в учебной, научной деятельности, формирование и развитие способности принимать на себя ответственность, самостоятельно решать проблему, находить конструктивные решения, выход из кризисной ситуации и т.д.

Самостоятельная работа формирует самостоятельность не только как совокупность умений и навыков, но и как черту характера, играющую существенную роль в структуре личности современного специалиста высшей квалификации. Она воспитывает самостоятельность как черту характера. Никакие знания, полученные на уровне пассивного восприятия, не ставшие объектом собственной умственной или практической работы, не могут считаться подлинным достоянием человека.

Давая возможность расширять и обогащать знания, умения по индивидуальным направлениям, самостоятельная работа студента позволяет создать разносторонних специалистов. В процессе самостоятельной работы развивают творческие возможности обучающегося, при этом самостоятельная работа завершает задачи всех видов учебной работы.

Самостоятельная работа - это планируемая работа студентов, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Преподаватель, ведущий занятия, организует, направляет самостоятельную работу студентов и оказывает им необходимую помощь. Однако самостоятельность студентов должна превышать объем работы, контролируемой преподавателем работы, и иметь в своей основе индивидуальную мотивацию обучающегося по получению знаний, необходимых и достаточных для будущей профессиональной деятельности в избранной сфере. Преподаватель при необходимости может оказывать содействие в выработке и коррекции данной мотивации, лежащей в основе построения самостоятельной деятельности студента по изучению дисциплины, получению необходимых знаний и навыков.

Получение образования предполагает обучение решению задач определенной сферы деятельности. Однако как бы хорошо не обучались учащиеся способам решения задач в аудитории, сформировать средства практической деятельности не удастся, так как каждый случай практики особый и для его решения следует выработать особый профессиональный стиль мышления.

Основой самостоятельной работы служит научно-теоретический курс, комплекс полученных студентом знаний. Основной, наиболее экономичной формой получения и усвоения информации, теоретических знаний в вузе является лекция, позволяющая воспринять значительную сумму основных знаний и потому способствующая повышению продуктивности всех других форм учебного труда.

Результат обучения и самостоятельной работы студента предполагает наличие следующих составляющих:

- понимание методологических основ построения изучаемых знаний;
- выделение главных структур учебного курса;
- формирование средств выражения в данной области;
- построение методик решения задач и ориентации в проблемах (ситуациях).

В учебном процессе используются следующие образовательные технологии (по образовательным формам): лекции, самостоятельные и индивидуальные занятия. По преобладающим методам и приемам обучения:

- объяснительно-иллюстративные (объяснение, показ–демонстрация учебного материала и оборудования);
- активные (анализ учебной и научной литературы; выполнение самостоятельных работ по измерению различных физических явлений и процессов; математическая

обработка и анализ полученных данных на основании знаний соответствующих курсов лекций);

- интерактивные, в том числе и групповые (взаимное обучение в форме подготовки и обсуждения докладов);

- информационные, компьютерные, мультимедийные (работа с сайтами академических структур, научно-исследовательских организаций, электронных библиотек и др., разработка презентаций, сообщений и докладов, работа с электронными обучающими программами и т.п.). Подготовка к лекциям является одним из видов самостоятельной работы магистров. Студентам, чтобы хорошо овладеть учебным материалом, необходимо выработать навыки правильной и планомерной работы. Перед началом лекционных занятий надо просмотреть все, что было сделано в предыдущий раз. Это позволит сосредоточить внимание и восстановить в памяти уже имеющиеся знания по данному предмету. Кроме того, такой метод поможет лучше запомнить как старое, так и новое, углубит понимание того и другого, так как при этом устанавливаются связи нового со старым, что является не только обязательным, но и основным условием глубокого овладения материалом. Чем детальнее изучаемое ассоциируется с известным ранее, тем прочнее сохраняется в памяти и быстрее вспомнить, когда требуется.

Приступая к изучению нового материала, необходимо сосредоточиться, т.е. сконцентрировать внимание и не отвлекаться от выполняемой работы, помня, что желание запомнить является гарантией успешной работы, отсутствие же воли к запоминанию снижает эффект восприятия.

Следует помнить о том, что через лекцию передается не только систематизированный теоретический материал, но и постигается методика научного исследования и умение самостоятельно работать, анализировать различного рода явления.

Записывать на лекции необходимо главное, не стремясь зафиксировать все слово в слово. Выбрать же главное без понимания предмета невозможно. Наличие собственного конспекта лекций позволяет еще раз ознакомиться, продумать, разобраться в новом материале, так как недостаточно хорошо понятые во время лекции положения могут быть восстановлены в памяти, сопоставлены с другими, додуманы, дополнены, уяснены и расширены с помощью учебной литературы. Записи являются пособиями для повторения, дают возможность охватить содержание лекции и всего курса в целом.

При этом хорошо овладеть содержанием лекции - это:

- знать тему;
- понимать значение и важность ее в данном курсе;
- четко представлять план;
- уметь выделить основное, главное;
- усвоить значение примеров и иллюстраций;
- связать вновь полученные сведения о предмете или явлении с уже имеющимися;
- представлять возможность и необходимость применения полученных сведений.

Существует несколько общих правил работы на лекции:

- лекции по каждому предмету записывать удобнее в отдельных тетрадях, оставляя широкие поля для пометок;

- к прослушиванию лекций следует готовиться, что позволит в процессе лекции отделить главное от второстепенного;

- лекции необходимо записывать с самого начала, так как оно часто бывает ключом ко всей теме;

- так как дословно записать лекцию невозможно, то необходимо в конспекте отражать: формулы, определения, схемы, трудные места, мысли, примеры, факты и положения от которых зависит понимание главного, новое и незнакомое, неопубликованные данные, материал отсутствующий в учебниках и т.п.;

- записывать надо сжато;

- во время лекции важно непрерывно сохранять рабочую установку, умственную

активность.

Изучение теоретического материала в данном курсе не ограничивается подготовкой к лекциям и работой на данном виде занятий. Лекционная часть курса органически взаимосвязана с иными видами работ: написанием рефератов, подбором, изучением, анализом и конспектированием рекомендованной литературы, подготовкой и сдачей экзамена по дисциплине, в структуре которых также большое значение имеет самостоятельная работа студента.

Самостоятельная работа студента при изучении дисциплины «Методы исследования и контроля наноматериалов и наноструктур» включает в себя: подготовку и участие в изучении теоретической части курса, выполнение самостоятельных работ, подбор, изучение, анализ и конспектирование рекомендованной литературы, подготовку к итоговой аттестации.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	<i>Фетисов Г.В. Синхротронное излучение. Методы исследования структуры веществ / Г.В. Фетисов. - М. : Физматлит, 2007. - 672 с. ISBN 978-5-9221-0805-8.</i>
2	<i>Спектроскопия рентгеновского поглощения наноструктурированных материалов Часть 1. С. Ю. Турищев, В. А. Терехов, О. А. Чувенкова, Э. П. Домашевская // Учебное пособие для вузов. Воронежский государственный университет. - Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2015, - С.42. ISBN 978-5-9273-2268-8</i>

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Михайлин В. В. Синхротронное излучение / В. В. Михайлин, И.М. Тернов. - М. : Знание, 1988. - 64 с.
2	Koningsberger D. C. X-Ray Absorption: Principles, Applications, Techniques of EXAFS, SEXAFS and XANES / D. C. Koningsberger, R. Prins. - New York: John Wiley and Sons, 1987. - p. 688

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
1	http://www.lib.vsu.ru - Зональная научная библиотека ВГУ
2	http://www.moodle.vsu.ru
3	https://elibrary.ru - Научная электронная библиотека
4	https://lanbook.com - ЭБС «Лань»
5	https://biblioclub.ru - ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
6	www.iprbookshop.ru - ЭБС «IPRbooks»
7	https://edu.vsu.ru – Образовательный портал "Электронный университет ВГУ"

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	<i>Фетисов Г.В. Синхротронное излучение. Методы исследования структуры веществ / Г.В. Фетисов. - М. : Физматлит, 2007. - 672 с. ISBN 978-5-9221-0805-8.</i>
2	<i>Спектроскопия рентгеновского поглощения наноструктурированных материалов Часть 1. С. Ю. Турищев, В. А. Терехов, О. А. Чувенкова, Э. П. Домашевская // Учебное пособие для вузов. Воронежский государственный университет. - Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2015, - С.42. ISBN 978-5-9273-2268-8</i>

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

№ п/п	Ресурс
1	http://www.lib.vsu.ru - Зональная научная библиотека ВГУ
2	http://www.moodle.vsu.ru

3	https://elibrary.ru - Научная электронная библиотека
4	https://lanbook.com - ЭБС «Лань»
5	https://biblioclub.ru - ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
6	www.iprbookshop.ru - ЭБС «IPRbooks»
7	https://edu.vsu.ru – Образовательный портал "Электронный университет ВГУ"

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

1. рентгеновские спектрометры, рентгеновские дифрактометры кафедры физики твердого тела и наноструктур ВГУ
2. мультимедийная система представления презентационного материала: проекционное оборудование, демонстрационный экран, ноутбук.
3. беспроводной доступ в локальную компьютерную сеть ВГУ, глобальную информационно-коммуникационную сеть Интернет.
4. Интернет ресурсы ВГУ, отечественных и международных научных центров, электронных баз данных, электронных библиотек, наукометрических систем. Реализация дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий осуществляется через образовательный портал "Электронный университет ВГУ".

19. Фонд оценочных средств:

19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС (средства оценивания)
ПК-2	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - физические явления и понятия в области синхротронного излучения и его современного применения; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - разбирать и понимать информацию полученную в результате применения синхротронного излучения, с учетом его специфики и специфики изучаемого объекта. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основными подходами к изучению локального атомного и электронного строения, фазового состава поверхности и приповерхностных слоев при помощи расширенного функционала методов использующих синхротронное излучение. 	<p>Раздел 1. Синхротронное излучение. Физические основы синхротронного излучения. Основные принципы генерации синхротронного излучения. Поколения накопительных колец.</p> <p>Раздел 2. Расширение традиционных методов при использовании синхротронного излучения. Физические основы применения синхротронного излучения как расширение функционала методов рентгеновской и электронной спектроскопии. Спектромикроскопия.</p> <p>Раздел 3. Применение синхротронного излучения. Применение синхротронного излучения для диагностики твердых тел, наноструктур и наноматериалов.</p>	Комплект КИМ

ПК-4	Знать: - основные физические законы, лежащие в основе принципов применения синхротронного излучения для исследования наноматериалов и наноструктур;		
	Уметь: - выбирать способ применения синхротронного излучения для проведения эффективной диагностики наноматериала или наноструктуры.		
	Владеть: - основными принципами генерации синхротронного излучения.		
Промежуточная аттестация			Комплект КИМ

19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Для оценивания результатов обучения на зачете с оценкой используются следующие показатели:

- 1) знание физических явлений и понятий в области синхротронного излучения и его современного применения; основные физические законы, лежащие в основе принципов применения синхротронного излучения для исследования наноматериалов и наноструктур;
- 2) умение разбирать и понимать информацию полученную в результате применения синхротронного излучения, с учетом его специфики и специфики изучаемого объекта; выбирать способ применения синхротронного излучения для проведения эффективной диагностики наноматериала или наноструктуры.
- 3) владение основными принципами генерации синхротронного излучения; основными подходами к изучению локального атомного и электронного строение, фазового состава поверхности и приповерхностных слоев при помощи расширенного функционала методов использующих синхротронное излучение.

Для оценивания результатов обучения на зачете используется - зачтено, не зачтено
Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Полное соответствии работы студента всем вышеуказанным показателям. Соответствует высокому (углубленному) уровню сформированности компетенций: компетенции сформированы полностью, проявляются и используются систематически, в полном объеме. Данный уровень превосходит, по крайней мере, по одному из перечисленных выше показателей повышенный (продвинутый) уровень	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Зачтено</i>
Работа студента при освоении дисциплины не соответствует одному из перечисленных показателей или в случае предоставления отчетов по самостоятельным работам позже установленного срока. Соответствует повышенному (продвинутому) уровню сформированности компетенций: компетенции в целом сформированы, но проявляются и используются фрагментарно, не в полном объеме. Данный	<i>Базовый уровень</i>	<i>Зачтено</i>

уровень превосходит, по крайней мере, по одному из перечисленных выше показателей пороговый (базовый) уровень		
Работа студента при освоении дисциплины не соответствует любым двум из перечисленных показателей. Соответствует пороговому (базовому) уровню сформированности компетенций: компетенции сформированы в общих чертах, проявляются и используются ситуативно, частично. Данный уровень обязателен для всех осваивающих основную образовательную программу	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Зачтено</i>
Несоответствия работы студента всем показателям, его неорганизованности, безответственности и низкого качества работы при выполнении самостоятельных работ, предусмотренных программой дисциплины	–	<i>Не зачтено</i>

Факт невыполнения требований, предъявляемых к студенту при освоении дисциплины «Методы исследования и контроля наноматериалов и наноструктур» и отраженных в вышеперечисленных критериях, фиксируется в ведомости оценкой не зачтено.

Если студент не осваивает дисциплину в установленном программой объеме и в сроки, определенные графиком учебного процесса, он не допускается к промежуточной аттестации по данному виду учебной работы.

19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

19.3.1 Перечень вопросов к зачету:

1. История открытия синхротронного излучения. Теоретическое предсказание. Экспериментальное подтверждение. Теоретическое описание основных свойств синхротронного излучения.
2. Получение синхротронного излучения. Критическая энергия спектра синхротронного излучения. Характеристики излучения фотонов. Поляризация синхротронного излучения. Временная структура синхротронного излучения.
3. Поколения источников синхротронного излучения. "паразитическое использование" - первое поколение. Накопительные кольца второго поколения. Устройство поворотного магнита.
4. Третье поколение источников синхротронного излучения - современные источники. Вставные устройства. Расширение возможностей источников. Четвертое поколение. Линейные ускорители.
5. Каналы вывода синхротронного излучения. Основные элементы и назначение. Управление каналами. Принципы построения и использования экспериментальных станций.
6. Рентгеноструктурный анализ с использованием синхротронного излучения. Рентгеновская и электронная спектроскопия: принципы, возможности и их расширение с использованием синхротронного излучения.
7. Спектроскопия поглощения.
8. Фотоэлектронная спектроскопия.
9. Микроскопические методы.
10. Возможности использования синхротронного излучения в различных областях науки и техники.

19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме: *устного опроса и выполнения самостоятельных работ.*

Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и степень сформированности умений и навыков.

При оценивании используются количественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.

