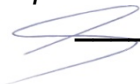


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
Физики твердого тела и наноструктур  
 (П.В. Середин)  
05.06.2023г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.03 Диагностика и компьютерное моделирование полупроводниковых микро- и наноструктур

1. Код и наименование направления подготовки:  
11.04.04 Электроника и наноэлектроника
2. Профиль подготовки: Интегральная электроника и наноэлектроника
3. Квалификация (степень) выпускника: Магистр
4. Форма обучения: Очная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: кафедра физики твердого тела и наноструктур
6. Составители программы: доцент Нестеров Дмитрий Николаевич, к.ф.-м.н., доцент
7. Рекомендована:  
НМС физического факультета ВГУ протокол № 5 от 25.05.2023
8. Учебный год: 2024-2025 Семестр(ы): 3

### 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Цели. формирование базовых знаний в области применения синхротронных технологий (синхротронного излучения) для исследований широкого ряда современных перспективных наноматериалов и наноструктур.

Задачи. Изучение основных физических явлений и понятий в области синхротронного излучения и его современного применения; Изучение основных физических законов, лежащих в основе принципов применения синхротронного излучения для исследования наноматериалов и наноструктур.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Учебная дисциплина включена в число обязательных дисциплин блока Б1 по направлению подготовки 11.04.04 "Электроника и наноэлектроника".

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 3/108.**

**Форма промежуточной аттестации зачет**

### 13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		В том числе в интерактивной форме	3 семестр	
Аудиторные занятия	36	8	36	
в том числе: лекции	12	8	12	
практические	24	6	24	
лабораторные				
Самостоятельная работа	36		36	
Форма промежуточной аттестации	зачет		зачет	
Итого:	72		72	

### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Лекции</b>		
1	Синхротронное излучение	Физические основы синхротронного излучения. Основные принципы генерации синхротронного излучения. Поколения накопительных колец.
2	Расширение традиционных методов при использовании синхротронного излучения	Физические основы применения синхротронного излучения как расширение функционала методов рентгеновской и электронной спектроскопии. Спектромикроскопия.
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)					Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Сам. работа	Контроль	
1	Синхротронное излучение	4			12		16
2	Расширение традиционных	4	12		12		28

	методов при использовании синхротронного излучения						
3	Применение синхротронного излучения	4	12		12		28
	Итого:	12	24	0	36		72

#### **14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Изучение дисциплины предусматривает осуществление учебной деятельности состоящей из двух частей: обучения студентов преподавателем и самостоятельной учебной деятельности студентов по изучению дисциплины.

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 и индивидуальные занятия. По преобладающим методам и приемам обучения: объяснительно-иллюстративные (объяснение, показ–демонстрация учебного материала и др.); активные (анализ учебной и научной литературы, составление схем и др.) и 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 студентов-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-магистра.

Самостоятельная работа студента-магистра при изучении дисциплины включает в себя: подготовку и участие в изучении теоретической части курса, выполнение рефератов, подбор, изучение, анализ и конспектирование рекомендованной литературы, подготовку к экзамену.

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

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Фетисов Г.В. Синхротронное излучение. Методы исследования структуры веществ / Г.В. Фетисов. - М. : Физматлит, 2007. - 672 с. ISBN 978-5-9221-0805-8.
2	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

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.	Интернет-ресурс и база данных <a href="http://www.lightsources.org">www.lightsources.org</a>
2.	<a href="http://www.lib.vsu.ru">http://www.lib.vsu.ru</a> – ЗНБ ВГУ
3.	Федеральный портал «Российское образование» <a href="http://www.edu.ru">http://www.edu.ru</a>
4.	НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>

## 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Фетисов Г.В. Синхротронное излучение. Методы исследования структуры веществ / Г.В. Фетисов. - М. : Физматлит, 2007. - 672 с. ISBN 978-5-9221-0805-8.
2	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

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



Для оценивания результатов обучения на экзамене/зачете используются следующие показатели.

Знания:

- физические явления и понятия в области синхротронного излучения и его современного применения;

- основные физические законы, лежащие в основе принципов применения синхротронного излучения для исследования наноматериалов и наноструктур;

- области применения синхротронных технологий (синхротронного излучения) для исследований широкого ряда современных перспективных наноматериалов и наноструктур

Умения:

- выбирать способ применения синхротронного излучения для проведения эффективной диагностики наноматериала или наноструктуры.

- разбирать и понимать информацию полученную в результате применения синхротронного излучения, с учетом его специфики и специфики изучаемого объекта.

Владение:

- физическими основами применения синхротронных технологий и мегаустановок.

- 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 лабораторным работам позже установленного срока. Соответствует повышенному (продвинутому) уровню сформированности компетенций: компетенции в целом сформированы, но проявляются и используются фрагментарно, не в полном объеме. Данный уровень превосходит, по крайней мере, по одному из перечисленных выше показателей пороговый (базовый) уровень	<i>Базовый уровень</i>	<i>Зачтено</i>
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 лабораторных работ, предусмотренных программой дисциплины	–	<i>Не зачтено</i>

Факт невыполнения требований, предъявляемых к студенту при освоении дисциплины «Синхротронные технологии и мегаустановки» 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 с оценкой:**

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 формах: устного опроса (доклады); 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.

При оценивании используются количественная шкала оценок. Критерии оценивания приведены выше.