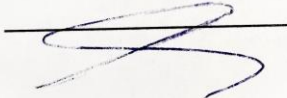


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.01 Введение в физику твердого тела

1. Код и наименование направления подготовки:

03.03.02 Физика

2. Профиль подготовки: 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: доцент Манякин Максим Дмитриевич, к.ф.-м.н.

7. Рекомендована:

НМС физического факультета ВГУ протокол № 6 от 14.06.2022

8. Учебный год: 2024-2025

Семестр(ы): 5

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Цель дисциплины - формирование базовых знаний в области физики конденсированного состояния вещества для объяснения основных понятий кристаллографии, физики твердого тела.

Задачи дисциплины:

- Изучение основных физических явлений и понятий, лежащих в основе принципов изучения физики конденсированного состояния вещества;
- Изучение основных физических законов, лежащих в основе принципов изучения физики конденсированного состояния вещества;

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: Дисциплина “Введение в физику твердого тела” является дисциплиной профессионального цикла и относится к базовой части. Индекс 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-1	Способен анализировать научно-техническую информацию и результаты исследований физической направленности	ПК-1.1 Проводит первичный поиск информации по заданной тематике (в т.ч. с использованием информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта) ПК-1.2 Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР ПК-1.3 Анализирует, обобщает и интерпретирует результаты экспериментальных и теоретических исследований
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

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	34	8	34	
в том числе: лекции	17	8	17	
практические				
лабораторные	17		17	
Самостоятельная работа	74		74	
Форма промежуточной аттестации	Курсовая работа, зачет		Курсовая работа, зачет	
Итого:	108		108	

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекции		
1	Основные понятия физики	Агрегатные состояния вещества. Представление о твердом

	твёрдого тела	теле. Классификация твёрдых тел
2	Межатомные связи в твёрдых телах	Энергия связи. Типы химической связи. Ван-дер-Ваальсова, ионная, ковалентная, металлическая, водородная.
3	Основы кристаллографии	Элементы симметрии в кристаллах. Элементарная ячейка. Сингония. Решетка Браве. Группа симметрии. Ближний и дальний порядок. Трансляция. Обозначение узлов, плоскостей и направлений в кристаллах. Обратная решетка. Зона Бриллюэна.
4	Основы кристаллохимии	Координационное число. Координационная сфера. Модели плотнейших упаковок. Структурные типы.
5	Дефекты в кристаллах	Точечные дефекты. Примеси внедрения и замещения. Линейные дефекты. Дислокации. Поверхность.
6	Статистика носителей заряда	Функция распределения Ферми-Дирака. Плотность электронных состояний
7	Зонная теория твёрдых тел	Уравнение Шредингера для кристалла. Адиабатическое приближение и валентная аппроксимация. Одноэлектронное приближение. Теорема Блоха. Потенциал в модели Кронига-Пенни. Приближение сильно связанных электронов. Приближение почти свободных электронов. Условия Борна-Кармана. Заполнение зон в кристаллах. Эффективная масса.

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	Физические основы кристаллографии.	4		9	20		33
2	Основные понятия физики твёрдого тела.	3		4	27		34
3	Зонная теория.	10		4	27		41
	Итого:	17		17	74		108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Изучение дисциплины «Введение в физику твёрдого тела» 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. 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-бакалавров. 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-бакалавра при изучении дисциплины «Введение в физику твердого тела» включает в себя: подготовку и участие в изучении теоретической части курса, выполнение курсовой работы, 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	Киттель Ч., Введение в физику твердого тела / Ч. Киттель. - М. : Наука, 1978. - 790 с.
2	Павлов П.В., Хохлов А.Ф. Физика твердого тела / П.В. Павлов. - М. : Высш. Шк. - 2000. - 494 с.
3	Шаскольская М.П., Кристаллография / М.П. Шаскольская - М. : Высш.Шк., 1984. - 375 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Вест. А. Химия твердого тела / А Вест. - М. : Мир - 1988. - 588 с.
2	Блейкмор Д., Физика твердого тела / Д. Блейкмор. - М. : Мир, 1988. - 608 с.

3	Шалимова К.В. Физика полупроводников / К.В. Шалимова. - М.: Энергоатомиздат, 1985. - 392 с.
---	---

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

№ п/п	Ресурс
1.	http://www.lib.vsu.ru - ЗНБ ВГУ
2.	http://journals.ioffe.ru/journals/1 - научный журнал "Физика Твёрдого Тела"
3.	НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА http://elibrary.ru

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

№ п/п	Источник
1	Киттель Ч., Введение в физику твердого тела / Ч. Киттель. - М. : Наука, 1978. - 790 с.
2	Павлов П.В., Хохлов А.Ф. Физика твердого тела / П.В. Павлов. – М. : Высш. Шк. – 2000. – 494 с.
3	Шаскольская М.П., Кристаллография / М.П. Шаскольская - М. : Высш.Шк., 1984. - 375 с.
4	Образовательный портал "Электронный университет ВГУ" https://edu.vsu.ru/

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

Необходимо пользоваться возможностью интерактивного проведения лекций, задавать вопросы, высказываться по проблематике материала. На занятиях выполнение учебных заданий осуществляется в аудитории и дома. Обязательно посещение текущих аттестаций.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

1. Стационарный мультимедийный проектор Acer X125H - 1 шт., ноутбук emachines e510 - 1 шт., демонстрационный экран - 1 шт.
2. беспроводной доступ в локальную компьютерную сеть ВГУ, глобальную информационно-коммуникационную сеть Интернет.
3. Интернет ресурсы ВГУ, отечественных и международных научных центров, электронных баз данных, электронных библиотек, наукометрических систем.

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-1, ПК-2	Знать: - основные определения и свойства твердых тел; - типы химической связи в твердых телах; - точечную и трансляционную симметрию кристаллов; - типы дефектов в твердых телах; - основы зонной теории твердых тел и основные электронные свойства металлов, полупроводников и диэлектриков;	Основные понятия физики твердого тела	Устный опрос
ПК-1, ПК-2		Межатомные связи в твердых телах	Устный опрос
ПК-1, ПК-2		Основы кристаллографии	Устный опрос
		Основы кристаллохимии	Устный опрос
		Дефекты в кристаллах	Устный опрос

	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - правильно применять фундаментальные представления об атомном и электронном строении для объяснения электрофизических свойств различных твердых тел; знать классификацию дефектов в твердых телах и основные типы химических связей; уметь описывать различные конденсированные состояния <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - физическими основами физики твердого тела. 	Статистика носителей заряда	Устный опрос
		Зонная теория твердых тел	Устный опрос
Промежуточная аттестация, форма контроля - зачет			КИМ

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

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

Знания:

- учебного материала и владение понятийным аппаратом данной области науки относящихся к физике твердого тела, основ кристаллографии и кристаллохимии, понимание основ зонной теории твердых тел

Умения:

- выбирать методы и подходы физики твердого тела для применения при изучении свойств твердых тел;
- связывать теорию с практикой;
- иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;

Владение:

- научными основами физики твердого тела.

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	-	<i>Не зачтено</i>

работы при выполнении лабораторных работ, предусмотренных программой дисциплины		
---	--	--

Факт невыполнения требований, предъявляемых к студенту при освоении дисциплины «Введение в физику твердого тела» 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. Агрегатные состояния вещества. Твердое тело.
2. Классификация твердых тел.
3. Типы химической связи: Ван-дер-Ваальсова, ионная, ковалентная, металлическая, водородная.
4. Элементы симметрии в кристаллах. Элементарная ячейка. Сингония. Решетка Браве. Группа симметрии.
5. Ближний и дальний порядок. Трансляция. Обозначение узлов, плоскостей и направлений в кристаллах. Обратная решетка. Зона Бриллюэна.
6. Координационное число. Координационная сфера. Модели плотнейших упаковок. Структурные типы.
7. Дефекты в кристаллах. Нульмерные, одномерные, двумерные.
8. Функция распределения Ферми-Дирака.
9. Плотность электронных состояний
10. Уравнение Шредингера для кристалла. Адиабатическое приближение и валентная аппроксимация.
11. Одноэлектронное приближение.
12. Теорема Блоха. Потенциал в модели Кронига-Пенни.
13. Приближение сильно связанных электронов.
14. Приближение почти свободных электронов.
15. Условия Борна-Кармана.
16. Заполнение зон в кристаллах.
17. Эффективная масса.

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.