

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 15.05.2023 10:02:52

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Электронные свойства неметаллических материалов

Закреплена за подразделением

Кафедра теоретической физики и квантовых технологий

Направление подготовки

28.04.03 НАНОМАТЕРИАЛЫ

Профиль

Композиционные наноматериалы

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

4 ЗЕТ

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 3

аудиторные занятия

51

самостоятельная работа

57

часов на контроль

36

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	19			
Неделя	УП	РП	УП	РП
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	51	51	51	51
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	57	57	57	57
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

дфмн, профессор, Мухин Сергей Иванович

Рабочая программа

Электронные свойства неметаллических материалов

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 28.04.03 НАНОМАТЕРИАЛЫ (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

28.04.03 Наноматериалы, 28.04.03-МНМ-22-1.plx Композиционные наноматериалы, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

28.04.03 Наноматериалы, Композиционные наноматериалы, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра теоретической физики и квантовых технологий

Протокол от 02.06.2020 г., №10/20

Руководитель подразделения Мухин Сергей Иванович

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цель освоения дисциплины – формирование компетенций в соответствии с учебным планом, а также усвоение студентами знаний, необходимых для самостоятельного использования современной научной литературы в области квантовой физики металлов, в частности, энергетической зонной структуры, кинетических и магнитных свойств, физики квантовых явлений в сильных магнитных полях, сверхпроводимости и джозефсоновки, микроконтактной спектроскопии.
1.2	Задачи дисциплины:
1.3	- научить вычислять в простейших случаях электронные характеристики твердых тел;
1.4	- научить теоретически оценивать электронные характеристики металлов;
1.5	- научить объяснять зависимости электронных свойств от внешних параметров (температура, внешние электромагнитные поля, концентрация атомов примеси и др.);
1.6	- научить связывать теоретические представления о механизмах явлений с экспериментальными данными.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.О
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Иностранный язык	
2.1.2	Методология и практика определения размерных характеристик наноматериалов	
2.1.3	Методы исследования материалов	
2.1.4	Научно-исследовательская практика	
2.1.5	Специальный физический практикум	
2.1.6	Технологии получения материалов	
2.1.7	Физика магнитных явлений	
2.1.8	Философские вопросы естествознания	
2.1.9	Информационно-аналитические системы в материаловедении	
2.1.10	Физика поверхностей раздела в твердых телах	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.2	Преддипломная практика	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ОПК-4: Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения сложных задач
Знать:
ОПК-4-31 Основы электронной теории твердых тел
УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, выработать стратегию действий
Знать:
УК-1-31 Основы электронной теории металлов, полупроводников и диэлектриков
ОПК-4: Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения сложных задач
Уметь:
ОПК-4-У1 Анализировать экспериментальные данные на основе электронной теории твердых тел.

УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, вырабатывать стратегию действий
Уметь:
УК-1-У1 Использовать научную и справочную литературу по физике твердого тела для самообучения и расширения кругозора.
ОПК-4: Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения сложных задач
Владеть:
ОПК-4-В1 Методами аналитических расчетов термоэлектрических характеристик твердых тел.
УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, вырабатывать стратегию действий
Владеть:
УК-1-В1 Методом расчета кинетических свойств металлов и диэлектриков с помощью кинетического уравнения Больцмана.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	Раздел 1. Электрон в кристаллической решетке							
1.1	Квантовая теория как основа описания физических свойств кристаллов: успехи и неудачи теорий Друде и Зоммерфельда. Сравнение теории с экспериментом <i>/Лек/</i>	3	2	УК-1-31 ОПК-4-31	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1			
1.2	Теорема Блоха о движении электрона в пространственно-периодическом потенциале кристалла. Энергетические спектры металлов и диэлектриков <i>/Лек/</i>	3	2	ОПК-4-31	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1			
1.3	Концепция ферми-жидкости Ландау. Теорема Латтинжера как обобщение теории Блоха для взаимодействующих электронов в твердых телах. Поверхность Ферми в металле. <i>/Лек/</i>	3	2	ОПК-4-31	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1			
1.4	Общий вид кинетического уравнения. Решение кинетического уравнения для изотропного металла в приближении упругих столкновений. Электро- и теплопроводность. <i>/Лек/</i>	3	2	УК-1-31 ОПК-4-31	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1			

1.5	Кинетическое уравнение в магнитном поле. Термоэлектрические и термомагнитные явления в металлах. /Лек/	3	2	УК-1-31 ОПК-4-31	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1			
1.6	Процессы рассеяния электронов. Основные механизмы рассеяния электронов в металлах: температурные зависимости времен релаксации и кинетических коэффициентов. /Лек/	3	2	УК-1-31 ОПК-4-31	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1			
1.7	Электронный спектр одномерной цепочки (дираковская гребенка)- точное решение и решение в приближении слабой связи. /Пр/	3	2	ОПК-4-31 ОПК-4-У1	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1			
1.8	Тензор проводимости в эффекте Холла для двумерного электронного газа, квазиклассический предел. /Лек/	3	2	УК-1-31 ОПК-4-31	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1			
Раздел 2. Квантовые осцилляции в металлах								
2.1	Квантование энергии электрона в постоянном магнитном поле: уровни Ландау. Парамагнетизм Паули и диамагнетизм Ландау. Магнитная восприимчивость металлов и диэлектриков. /Лек/	3	2	УК-1-31 ОПК-4-31	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1			
2.2	Квантовые осцилляции намагниченности металла в магнитном поле: эффект де Гааза и ван Альфена. /Лек/	3	2	УК-1-31 ОПК-4-31	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1			
2.3	Квантовые осцилляции проводимости и теплопроводности металла в магнитном поле: эффект Шубникова и де Гааза. /Лек/	3	2	ОПК-4-31	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1			
2.4	Квантовый эффект Холла (целочисленный) в квазидвумерном электронном газе. Международный стандарт электросопротивления. /Лек/	3	2	ОПК-4-31	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1			
2.5	Вычисление термо-эдс термопары, эффект Пельтье в контакте двух проволок из разных металлов. Теплопроводность диэлектриков. Термоэлектрики. /Пр/	3	3	ОПК-4-31 ОПК-4-У1	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1			
Раздел 3. Сверхпроводящие свойства металлов								

3.1	Фононная теплопроводность диэлектриков. Сравнение температурных зависимостей теплопроводности диэлектриков и металлов. Электрон-фононное взаимодействие. /Лек/	3	2	УК-1-31 ОПК-4-31	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1			
3.2	Основные идеи микроскопической теории сверхпроводимости. Критерий сверхтекучести. Фононное притяжение. Куперовское спаривание. Механизм Литтла высокотемпературной сверхпроводимости в квазиодномерных молекулярных цепочках. /Лек/	3	2	ОПК-4-31	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1			
3.3	Теория Гинзбурга и Ландау. Квантование магнитного потока. Поверхностная энергия. /Лек/	3	2	ОПК-4-31	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1			
3.4	Два рода сверхпроводников. Смешанное состояние. Вихревая решетка Абрикосова. Поверхностная сверхпроводимость. /Лек/	3	2	ОПК-4-31	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1			
3.5	Диаманитный момент сверхпроводящего шара радиуса меньшего глубины проникновения магнитного поля в сверхпроводник во внешнем магнитном поле. /Пр/	3	2	ОПК-4-31 ОПК-4-У1	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1			
3.6	Туннельный контакт. Стационарный эффект Джозефсона. Нестационарный эффект Джозефсона. Международный стандарт вольта. /Лек/	3	2	ОПК-4-31	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1			
3.7	Решение уравнений Гинзбурга-Ландау для тонкой сверхпроводящей пленки в параллельном ее поверхности внешнем магнитном поле. Критическое поле H_c тонкой пленки. Критическое поле H_c тонкой проволоки. /Пр/	3	2	ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1			
	Раздел 4. Метод функций Грина для описания спектральных и магнитных свойств кристаллов							

4.1	Теоретические основы измерений электронных спектров кристаллов методом микроконтактной спектроскопии. /Лек/	3	2	ОПК-4-31	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1			
4.2	Связь функции Грина электрона с вольт-амперной характеристикой электрического микроконтакта. /Пр/	3	2	ОПК-4-31 ОПК-4-У1	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1			
4.3	Связь функции Грина электрона с сечением магнитного рассеяния нейтронов в металле. /Пр/	3	2	ОПК-4-31 ОПК-4-У1	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1			
4.4	Прецессия спина в магнитном поле. Магнитный резонанс и измерение обменных полей в магнетиках методом рассеяния мюонов. /Пр/	3	2	ОПК-4-31 ОПК-4-У1	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1			
Раздел 5. Контрольная работа								
5.1	Контрольная работа по разделам 1-4 /Пр/	3	2	УК-1-31 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1			
Раздел 6. Самостоятельная работа								
6.1	Освоение учебных материалов по разделам 1-4. /Ср/	3	57	УК-1-31 УК-1-У1 ОПК-4-31 ОПК-4-У1	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену (зачёту с оценкой)

Вопросы и проверяемые компетенции ОПК-4-31; УК-1-31:

1. Движение электрона в периодическом потенциале. Теорема Блоха.
2. Приближения слабой и сильной связи для расчета энергетических спектров металлов.
3. Термоэлектронные явления в металле. Закон Видемана-Франца.
4. Эффект Пельтье. Термо-э.д.с.
5. Металл в высокочастотном электромагнитном поле. Нормальный скин-эффект.
6. Аномальный скин-эффект. Концепция неэффективности.
7. Диамагнетизм Ландау и парамагнетизм Паули идеального ферми-газа.
8. Уровни Ландау. Спектр энергии электрона в магнитном поле.
9. Теория Гинзбурга-Ландау фазового перехода II-го рода.
Температурная зависимость параметра порядка вблизи фазового перехода II-го рода.
10. Пределы применимости теории Гинзбурга-Ландау, критерий Гинзбурга-Леванюка.
11. Роль кулоновского взаимодействия и квантовая природа магнетизма в твердых телах.
12. Ферромагнитный переход. Метод самосогласованного поля Вейсса.
13. Критерий сверхтекучести Ландау.
14. Теория сверхпроводимости Лондонов.
15. Квантование магнитного потока пронизывающего толстое сверхпроводящее кольцо.
16. Основные свойства сверхпроводников. Термодинамика сверхпроводников (скачок теплоемкости при температуре сверхпроводящего перехода).
17. Фононное притяжение между электронами в металле.
18. Образование куперовской пары. Энергия связи куперовской пары.
19. Энергетический спектр квазичастиц в сверхпроводнике по теории БКШ.
20. Основные уравнения теории Гинзбурга-Ландау.
21. Поверхностная энергия на границе нормальной и сверхпроводящей фаз в теории Гинзбурга-Ландау.
22. Корреляционная длина и поверхностная энергия. Два рода сверхпроводников.
23. Смешанное состояние сверхпроводников II-го рода в магнитном поле.
24. Магнитные свойства сверхпроводников II-го рода: поля H_{c1} и H_{c2} .
25. Абрикосовские вихри. Представление о вихревой решетке Абрикосова.
26. Туннельный эффект в металлах. Одночастичный ток через туннельный контакт двух нормальных металлов (качественное описание).
27. Эффект Джозефсона: сверхпроводящий ток протекающий через контакт двух сверхпроводников. Зависимость от разности фаз.
28. Эффект Джозефсона: зависимость тока от потока магнитного поля через контакт.
29. Практическое применение эффекта Джозефсона. СКВИД (качественное описание).

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (модулю, практике, НИР) - эссе, рефераты, практические и расчетно-графические работы, курсовые работы, проекты и др.

По курсу предусмотрена 1 контрольная работа для проверки знаний и умений по разделам курса 1-4, включая компетенции ОПК-4-З1;ОПК-4-В1; УК-1-У1; УК-1-В1

Пример задач для контрольной работы :

Задача 1

В германии при $T=300$ К наблюдается подвижность электронов $\mu=4800$. Каково время релаксации импульса и дрейфовая скорость в поле $E=1$ В/см? Учсть, что в германии $m^* = 0.1 m$.

Задача 2

Два стержня из разных металлов, обладающих электронной и дырочной проводимостью, образуют контакт. Место контакта охлаждается жидким азотом (77 К), свободные концы находятся при комнатной температуре. Каковы величина и знак термо-э.д.с. между свободными концами?

Задача 3

Критическая температура сверхпроводящего олова в нулевом магнитном поле равна 3.7К, а критическое поле при 0К равно 306 эрстед. Найти в сверхпроводящем состоянии приближенное значение максимального тока, протекающего в оловянной проволоке диаметром 0.1см при 2К. Определить диаметр проволоки, при котором по ней может протекать ток в 100А без перехода олова в нормальное состояние.

Задача 4

Известно, что для массивного образца сверхпроводника 1-го рода критическое поле равно 500 эрстед. Найдено, что для пленки толщиной см критическое поле равно 550 эрстед. Какой будет величина критического поля для образца толщиной см? Предположить, что глубина проникновения не зависит от магнитного поля. Эффектами размагничивания пренебречь.

По курсу предусмотрена курсовая научно-исследовательская работа (КНИР). Отчет по КНИР сдается в виде реферата на одну из перечисленных ниже тем, относящихся к темам 1-16 практических занятий, и докладывается (с обсуждением) на аудиторном занятии.

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Пример структуры экзаменационного билета:

1. Фундаментальный теоретический вопрос по свойствам диэлектриков (Разделы 1,2,4)
2. Фундаментальный теоретический вопрос по сверхпроводящим свойствам металлов (Раздел 3).

5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Оценка	Критерии оценивания на экзамене
5	«Отлично» Обучающийся глубоко и содержательно раскрывает ответ на каждый теоретический вопрос, не допустив ошибок. Ответ носит развернутый и исчерпывающий характер
4	«Хорошо» Обучающийся в целом раскрывает теоретические вопросы, однако ответ хотя бы на один из них не носит развернутого и исчерпывающего характера
3	«Удовлетворительно» Обучающийся в целом раскрывает теоретические вопросы и допускает ряд неточностей
	Обучающийся фрагментарно раскрывает содержание теоретических вопросов, допускает значительные неточности
2	«Неудовлетворительно» Обучающийся не знает ответов на поставленные теоретические вопросы

Оценивание решения задач контрольной работы

Оценка	Критерии оценивания
5	«Отлично» Обучающийся выполняет полное и аргументированное решение задачи
4	«Хорошо» Обучающийся выполняет полное решение задачи, но не может аргументировать свое решение
3	«Удовлетворительно» Обучающийся в целом правильно решает задачу, но не может аргументировать свое решение
	Обучающийся правильно понимает способ решения задачи, но допускает ошибки при решении задачи

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
---------------------	----------	------------	-------------------

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Абрикосов А. А.	Основы теории металлов: Для физ. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Наука, 1987
6.1.2. Дополнительная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Левич В. Г.	Т. 1: Теория электромагнитного поля. Теория относительности. Статистическая физика. Электромагнитные процессы в веществе	Библиотека МИСиС	, 1969
Л2.2	Левич В. Г., Вдовин Ю. А., Мямлин В. А., Левич В. Г.	Т. 2: Квантовая механика. Квантовая статистика и физическая кинетика	Библиотека МИСиС	, 1971
6.1.3. Методические разработки				
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Векилов Ю. Х., Иванов И. А., Матвеева Ю. Л., др., Мухин С. И.	Электронная теория металлов: сб. задач	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2013
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»				
Э1	03.04.02 Электронная теория металлов/Electron theory of metals (на англ. языке) Доступ для студентов проходящих обучение по курсу. Размещен в LMS CANVAS: https://lms.misis.ru/courses/6510		https://lms.misis.ru/courses/6510	
6.3 Перечень программного обеспечения				
П.1	Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr			
П.2	Microsoft Office			
П.3	LMS Canvas			
П.4	Python			
6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных				
И.1	Полнотекстовые российские научные журналы и статьи:			
И.2	— Научная электронная библиотека eLIBRARY https://elibrary.ru/			
И.3	Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):			
И.4	— аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science https://apps.webofknowledge.com			
И.5	— аналитическая база (индексы цитирования) Scopus https://www.scopus.com/			
И.6	— наукометрическая система InCites https://apps.webofknowledge.com			
И.7	— научные журналы издательства Elsevier https://www.sciencedirect.com/			
7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ				
Ауд.	Назначение	Оснащение		
Любой корпус Учебная аудитория	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	доска, комплект учебной мебели на 30 посадочных мест		
Любой корпус Учебная аудитория	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	доска, комплект учебной мебели на 30 посадочных мест		
Читальный зал №3 (Б)		комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.		

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Самостоятельная работа обучающихся является формой организации образовательного процесса по дисциплине, стимулирующей активность, самостоятельность и познавательный интерес студентов.

Самостоятельная работа обучающихся предусматривает углубленное изучение разделов и тем дисциплины, основных и дополнительных источников учебной и научной литературы, подготовку докладов, выполнение курсовых работ.

Материалы докладов, курсовых работ в дальнейшем могут быть использованы при выполнении студенческих научных исследований и стать основой для подготовки выступлений на студенческих научно-практических конференциях, участия в конкурсах.

Самостоятельная работа направлена на поиск учебной и научной информации, развитие аналитических способностей, навыков контроля и планирования учебного времени, на выработку умений и навыков рациональной организации своей деятельности.

Самостоятельная работа включает следующие виды деятельности:

- работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку лекционных материалов (конспекты, презентации) и учебной литературы;
- поиск (подбор) и обзор научной и учебной литературы с использованием библиотечных и электронных образовательных ресурсов, источников информации в сети «Интернет» по изучаемой теме дисциплины;
- освоение материала, предусмотренного для самостоятельного изучения;
- подготовка к практическим, семинарским и лабораторным занятиям;
- подготовка к экзамену.