Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «КубГУ»)

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по научной работе и
инновациям, профессор
_____М.Г. Барышев
подпись
«____» июня 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.2.2 ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА КРИСТАЛЛОВ

Направление подготовки 03.06.01 Физика и астрономия

Направленность (профиль) 01.04.07 Физика конденсированного состояния

Программа подготовки академическая аспирантура

Форма обучения очная

Квалификация выпускника Исследователь. Преподаватель-Исследователь

Краснодар 2018

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия, утвержденным приказом от 30 июля 2014 г. № 867, зарегистрированным в Министерстве юстиции Российской Федерации 25.08.2014 г. № 33836

Автор: В.А. Исаев, д-р физ.-мат. наук, доцент, заведующий кафедрой теоретической физики и компьютерных технологий физико-технического факультета ФГБОУ ВО «КубГУ»

Программа одобрена на заседании кафедры теоретической физики и компьютерных технологий от «29» марта 2018 года, протокол № 9.

Зав. кафедрой В.А. Исаев

Одобрено на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета «12» апреля 2018 г., протокол № 10.

Председатель УМК факультета,
д. ф.-м. наук, профессор Н.М. Богатов

Зав. отделом аспирантуры и
докторантуры Е.В. Строганова

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).

1.1 Цель освоения дисциплины.

Учебная дисциплина «Люминесцентные свойства кристаллов» ставит своей целью изучение люминесцентных свойств конденсированных сред. Изучаются механизмы формирования центров люминесценции, схемы расщепления и структура уровней для примесных ионов переходных металлов и редкоземельных элементов.

1.2 Задачи дисциплины.

Основные задачи дисциплины – обучение аспирантов методам расчета и анализа оптических спектров примесных ионов в конденсированных средах, а также ознакомление с современным состоянием проблемы.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Люминесцентные свойства кристаллов» относится к вариативной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана направления 03.06.01 – Физика и астрономия направленности 01.04.07 Физика конденсированного состояния.

Для успешного овладения материалом курса необходимы знания из атомной физики, квантовой механики, теории симметрии, в том числе теории дискретных и непрерывных групп.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	**уметь**	**владеть**
1.	ПК-1	готовностью выбирать, осваивать и совершенствовать методы выращивания и исследования кристаллов	терминологию и определения физических величин, характеризующих спектральные свойства кристаллов	выбирать, осваивать и совершенствовать методы экспериментального и теоретического исследования кристаллов	компьютерными методами расчета параметров, характеризующих спектральные свойства кристаллов
2.	ПК-2	владением теоретическими и экспериментальными методами исследования природы кристаллических и аморфных веществ в твердом и жидком состояниях и изменения их свойств при различных внешних воздействиях	классификацию кристаллических соединений и особенности их спектральных свойств	выбирать, осваивать и совершенствовать методы экспериментального и теоретического исследования кристаллов	методами компьютерного моделирования спектральных свойств кристаллов

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Вид учебной работы		Всего часов	Курсы (часы)
			3
Аудиторные занятия (всего):		**44**	**44**
Занятия лекционного типа		8	8
Лабораторные занятия		18	18
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		18	18
Самостоятельная работа, в том числе:		**32**	**32**
Самостоятельное изучение разделов		22	22
Самоподготовка		10	10
Контроль:		**32**	**32**
Подготовка к экзамену		32	32
Общая трудоемкость	**час.**	**108**	**108**
	зач. ед.	**3**	**3**

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые на 3 курсе

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СР
1	2	3	4	5	6	7
1.	Основы атомной спектроскопии	13	-	2	4	7
2.	Основные представления теории групп	5	2	2	-	1
3.	Теория кристаллического поля	5	2	2	-	1
4.	Электронно-колебательное взаимодействие	3	2	-	-	1
5.	Эффекты Яна-Теллера		2	2	-	1
6.	Люминесценция примесных ионов в кристаллах	3	-	2	-	1
7.	Спектроскопия редкоземельных атомов в кристаллах	3	-	2	-	1
8.	Спектроскопия во внешних полях	11	-	2	4	5
9.	Центры окраски в щелочногалоидных кристаллах	14	-	2	5	7
10.	Основы кинетики люминесценции кристаллофосфоров	14	-	2	5	7
	Итого по дисциплине:		8	18	18	32

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа.

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Основные представления теории групп	Операторы симметрии. Точечная группа. Порядок группы. Классы группы. Таблица умножения группы. Базис группы. Представления, их характеры. Неприводимые и	Коллоквиум

		приводимые представления. Точечные группы высокой, средней и низкой симметрии. Группы октаэдра и тетраэдра. Четные и нечетные представления. Прямое произведение представлений. Двойные группы и двузначные представления. Углы Эйлера.	
2	Теория кристаллического поля	Кристаллическое поле. Слабое и сильное поле. Построение волновых функции из соображений симметрии. d-электрон в кубическом поле. Сила кристаллического поля. Поле в октаэре, кубе, тетраэдре. Многоэлектронные атомы; их волновые функции в приближении сильного и слабого поля. Спин-орбитальное взаимодействие в кристаллическом поле. Диаграммы Танабе-Сугано и изломы на них. Спектры примесных атомов группы железа.	Коллоквиум
3	Электронно-колебательное взаимодействие	Адиабатическое приближение. Борн-Оппенгеймеровская запись волновой функции электронов и ядер. Классический, полуклассический и квантовый принцип Франка-Кондона. Приближение Кондона. Квазилинейчатые электронно-колебательные спектры примесных атомов. Бесфононные линии. Распределение интенсивностей в электронно-колебательной полосе. Локальные, квазилокальные и кристаллические колебания. Фактор Дебая-Уоллера.	Коллоквиум
4	Эффекты Яна-Теллера	Теорема Яна-Теллера. Взаимодействие вырожденного электронного состояния с вырожденными колебаниями. Поверхности адиабатического потенциала. Статический и динамический эффекты Яна-Теллера. Роль случайных деформаций. Ян-теллеровские расщепления полос в оптических спектрах. Фактор вибронной редукции.	Коллоквиум

2.3.2 Занятия семинарского типа.

№	Наименование раздела	Тематика практических занятий (семинаров)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Основы атомной спектроскопии	Атом водорода. Волновые функции и уровни энергии. Оператор углового момента. Операторы повышения и понижения. Квантовые числа. Водородоподобные атомы. Спин-орбитальное взаимодействие. Многоэлектронные атомы. *LS*- и *JJ*- связь. Эквивалентные электроны. Волновые функции конфигурации эквивалентных электро-	Решение задач

		нов. Матричные элементы одно- и двухэлектронных операторов. Параметры электростатического взаимодействия	
2.	Основные представления теории групп	Операторы симметрии. Точечная группа. Порядок группы. Классы группы. Таблица умножения группы. Базис группы. Представления, их характеры. Неприводимые и приводимые представления. Точечные группы высокой, средней и низкой симметрии. Группы октаэдра и тетраэдра. Четные и нечетные представления. Прямое произведение представлений. Двойные группы и двузначные представления. Углы Эйлера.	Решение задач
3.	Теория кристаллического поля	Кристаллическое поле. Слабое и сильное поле. Построение волновых функции из соображений симметрии. d-электрон в кубическом поле. Сила кристаллического поля. Поле в октаэре, кубе, тетраэдре. Многоэлектронные атомы; их волновые функции в приближении сильного и слабого поля. Спин-орбитальное взаимодействие в кристаллическом поле. Диаграммы Танабе-Сугано и изломы на них. Спектры примесных атомов группы железа.	Решение задач
4.	Эффекты Яна-Теллера	Теорема Яна-Теллера. Взаимодействие вырожденного электронного состояния с вырожденными колебаниями. Поверхности адиабатического потенциала. Статический и динамический эффекты Яна-Теллера. Роль случайных деформаций. Ян-теллеровские расщепления полос в оптических спектрах. Фактор вибронной редукции.	Решение задач
5.	Люминесценция примесных ионов в кристаллах	Сила осциллятора и время жизни излучательного перехода. Элементарные излучатели и их мультиплетность. Поляризованная люминесценция. Скрытая анизотропия примесных кристаллов и ее проявления в спектрах излучения. Миграция энергии. Однородная и неоднородная ширина спектральных линий, релаксационное уширение. Выжигание провалов. Безызлучательные переходы	Решение задач
6.	Спектроскопия редкоземельных ионов в кристаллах	Различные зарядовые состояния редкоземельных атомов в кристаллах. *f-f* и *f-d* переходы. Особенности спектров двух- и трехзарядных состояний РЗ ионов. Фотохимические превращения в кристаллах с РЗ ионами. Кооперативные процессы в ансамбле РЗ ионов. Кооперативный эффект Яна-Теллера.	Решение задач
7.	Спектроскопия во внешних полях	Симметрийный аспект спектроскопии во внешних полях. Эффект Зеемана и магнитный циркулярный дихроизм. Эффект Штарка для центросимметричных и нецентросимметричных примесных центров. Пьезоспектроскопический эффект.	Решение задач

8.	Центры окраски в щелочногалоидных кристаллах	Движение электрона в кристалле. Полярон. Электронные процессы в щелочно-галоидных кристаллах. Взаимодействие электрона проводимости с колебаниями. Взаимодействие электронов проводимости со структурными дефектами. Простейшие электронные центры окраски. F-центр, его спектры поглощения и излучения. Водородоподобная модель, электрон в ящике. M-, R- и N-центры. F'-центр. Возмущенные центры окраски в щелочногалоидных кристаллах. F(A)-центры первого и второго типа. Переориентация F(A)- центров. Дырочные центры окраски. H-центры. Ртутеподобные ионы в ЩГК. Автолокализация дырок. Автолокализованный экситон. Механизмы радиационного создания дефектов. Кинетика радиационного образования дефектов. Туннельная люминесценция.	Решение задач
9.	Основы кинетики люминесценции кристаллофосфоров	Составление простейших кинетических уравнений. Разгорание люминесценции кристаллофосфоров, стационарное состояние, затухание свечения при наличии примесей. Различные механизмы взаимодействия примесных ионов: резонансное, обменное, рекомбинационное и др. Миграция и перенос энергии электронных возбуждений. Формула Ферстера-Декстера-Галанина для диполь-дипольного переноса, её обобщения. Кинетика послесвечения и выход люминесценции при переносе энергии. Уравнения детального баланса и их обобщения. Микропараметры переноса. Предельные случаи слабого и сильного некогерентного взаимодействия, сверхмиграция. Особые виды переноса: кросс-релаксационное и нелинейное взаимодействие. Суммирование и размножение электронных возбуждений редкоземельных ионов. Различные механизмы антистоксова преобразования ИК излучения в видимый свет. Миграционные и другие схемы лазеров с переносом энергии редкоземельными ионами. Фотонная лавина, возможности безинверсионного усиления оптического излучения. Современные проблемы изучения и применения редкоземельных ионов в качестве зондов упорядоченности различных систем сверхпроводников, биологически активных молекул и др.	Решение задач

2.3.3 Лабораторные занятия.

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	3	4
1.	Спектр поглощения. Закон Бугера. Нарушения закона Бугера. Закон	ЛР

	Бугера-Ламберта-Бера. Формула Смакулы	
2.	Выход люминесценции. Влияние реабсорбции и вторичной люминесценции на выход. Закон Вавилова. Антистоксово падение выхода. Методы измерения выхода	ЛР
3.	Поляризованная люминесценция (Методы измерения степени поляризации. Поляризация люминесценции примесных центров и радиационных дефектов в кубических ионных кристаллах)	ЛР
4.	Кинетика люминесценция. Методы измерения кинетики	ЛР

Защита лабораторной работы (ЛР)

2.3.4 Примерная тематика рефератов

Не предусмотрено учебным планом.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СР	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Самостоятельное изучение разделов	Методические указания по организации аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы, утвержденные кафедрой теоретической физики и компьютерных технологий, протокол № 9 от «14» марта 2017г.
2	Самоподготовка	

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии.

При реализации учебной работы по освоению курса используются современные образовательные технологии:

- информационно-коммуникационные технологии;
- исследовательские методы в обучении;
- проблемное обучение.

Успешное освоение материала курса предполагает большую самостоятельную работу аспирантов и руководство этой работой со стороны преподавателей.

Интерактивные технологии, используемые при изучении дисциплины

Курс	Вид занятия (Л, ПР, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
3	*Л*	Презентации лекций	4
	ПР	Не предусмотрено	-
	ЛР	Исследовательские методы в обучении; проблемное обучение	10
Итого:			14

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

Вопросы для подготовки коллоквиуму

1. Волновые функции и уровни энергии атома водорода.
2. Оператор углового момента.
3. Спин-орбитальное взаимодействие.
4. *LS*- и *JJ*-связь.
5. Точечная группа.
6. Неприводимые и приводимые представления групп.
7. Точечные группы высокой, средней и низкой симметрии.
8. Двойные группы и двузначные представления.
9. Кристаллическое поле.
10. Сила кристаллического поля. Поле в октаэдре, кубе, тетраэдре.
11. Волновые функции многоэлектронных атомов в приближении сильного и слабого кристаллического поля.
12. Спин-орбитальное взаимодействие в кристаллическом поле.
13. Принцип Франка-Кондона.
14. Электронно-колебательные спектры примесных атомов.
15. Теорема Яна-Теллера.
16. Статический и динамический эффекты Яна-Теллера.
17. Сила осциллятора и время жизни излучательного перехода.
18. Элементарные излучатели и их мультиплетность.
19. Миграция энергии электронного возбуждения.
20. Однородная и неоднородная ширина спектральных линий.
21. Безызлучательные переходы.
22. Кооперативные процессы в ансамбле РЗ ионов.
23. Симметрийный аспект спектроскопии во внешних полях.
24. Эффект Штарка для центросимметричных и нецентросимметричных примесных центров.
25. Эффект Зеемана.
25. Простейшие электронные центры окраски
26. Центры окраски в щелочно-галоидных кристаллах.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ, ВЫНОСИМЫХ НА ЭКЗАМЕН

1. Атом водорода. Волновые функции и уровни энергии.
2. Оператор углового момента. Операторы повышения и понижения. Квантовые числа.
3. Спин-орбитальное взаимодействие. Многоэлектронные атомы. *LS*- и *JJ*-связь. Эквивалентные электроны. Волновые функции конфигурации эквивалентных электронов.

4. Матричные элементы одно- и двухэлектронных операторов. Параметры электростатического взаимодействия.
5. Операторы симметрии. Точечная группа. Порядок группы. Классы группы. Таблица умножения группы. Базис группы.
6. Представления, их характеры. Неприводимые и приводимые представления.
7. Точечные группы высокой, средней и низкой симметрии. Группы октаэдра и тетраэдра. Четные и нечетные представления.
8. Прямое произведение представлений. Двойные группы и двузначные представления.
9. Кристаллическое поле. Слабое и сильное поле. Построение волновых функции из соображений симметрии. *d*-электрон в кубическом поле.
10. Сила кристаллического поля. Поле в октаэдре, кубе, тетраэдре.
11. Многоэлектронные атомы; их волновые функции в приближении сильного и слабого поля.
12. Спин-орбитальное взаимодействие в кристаллическом поле. Диаграммы Танабе-Сугано. Спектры примесных атомов группы железа.
13. Адиабатическое приближение. Борн-Оппенгеймеровская запись волновой функции электронов и ядер. Классический, полуклассический и квантовый принцип Франка-Кондона. Приближение Кондона.
14. Квазилинейчатые электронно-колебательные спектры примесных атомов. Бесфононные линии. Распределение интенсивностей в электронно-колебательной полосе.
15. Локальные, квазилокальные и кристаллические колебания. Фактор Дебая-Уоллера.
16. Теорема Яна-Теллера. Взаимодействие вырожденного электронного состояния с вырожденными колебаниями. Поверхности адиабатического потенциала.
17. Статический и динамический эффекты Яна-Теллера. Роль случайных деформаций. Ян-теллеровские расщепления полос в оптических спектрах. Фактор вибронной редукции.
18. Сила осциллятора и время жизни излучательного перехода. Элементарные излучатели и их мультиплетность.
19. Поляризованная люминесценция. Скрытая анизотропия примесных кристаллов и ее проявления в спектрах излучения. Миграция энергии.
20. Однородная и неоднородная ширина спектральных линий, релаксационное уширение. Выжигание провалов. Безызлучательные переходы.
21. Различные зарядовые состояния редкоземельных (РЗ) атомов в кристаллах. *f-f* и *f-d* переходы. Особенности спектров двух- и трехзарядных состояний РЗ ионов.
22. Фотохимические превращения в кристаллах с РЗ ионами. Кооперативные процессы в ансамбле РЗ ионов. Кооперативный эффект Яна-Теллера.
23. Симметрийный аспект спектроскопии во внешних полях. Эффект Зеемана и магнитный циркулярный дихроизм.
24. Эффект Штарка для центросимметричных и нецентросимметричных примесных центров. Пьезоспектроскопический эффект.
25. Простейшие электронные центры окраски. *F*-центр, его спектры поглощения и излучения. Водородоподобная модель, электрон в ящике. *M*-, *R*- и *N*-центры. *F'*-центр. Возмущенные центры окраски в щелочногалоидных кристаллах.
26. *F*(*A*)-центры первого и второго типа. Переориентация *F*(*A*)-центров. Дырочные центры окраски. *H*-центры. Ртутеподобные ионы в щелочно-галоидных кристаллах.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).

5.1 Основная литература:

1. Квантовые и оптические процессы в твердых телах: теория и практика: учебное пособие / Н.Н. Безрядин, А.В. Линник, Ю.В. Сыноров и др. - Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2015. - 153 с. [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=336036.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Университетская библиотека ONLINE».

5.2 Дополнительная литература:

1. Кочубей В. Формирование и свойства центров люминесценции в щелочно-галоидных кристаллах [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. Кочубей. — Электрон. дан. — Москва: Физматлит, 2006. — 192 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/59430.

2. Газенаур Е.Г. Методы исследования материалов: учебное пособие / Е.Г. Газенаур, Л.В. Кузьмина, В.И. Крашенинин. - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2013. - 336 с. [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page= book&id= 232447

3. Гольдаде, В.А. Физика конденсированного состояния: пособие / В.А. Гольдаде, Л.С. Пинчук; под ред. Н.К. Мышкина. - Минск: Белорусская наука, 2009. - 648 с. [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=93309.

5.3. Периодические издания:

1. Журнал экспериментальной и теоретической физики;
2. Успехи физических наук;
3. Журнал физической химии;
4. Физика твердого тела.

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).

№ п/п	Ссылка	Пояснение
1.	http://www.book.ru	BOOK.ru – электронная библиотечная система (ЭБС) современной учебной и научной литературы. Библиотека BOOK.ru содержит актуальную литературу по всем отраслям знаний, коллекция пополняется электронными книгами раньше издания печатной версии.
2.	http://www.ibooks.ru	Айбукс.ру – электронная библиотечная система учебной и научной литературы. В электронную коллекцию включены современные учебники и пособия ведущих издательств России.
3.	http://www.sciencedirect.com	Платформа ScienceDirect обеспечивает всесторонний охват литературы из всех областей науки, предоставляя доступ к более чем 2500 наименований журналов и более 11000 книг из коллекции издательства «Эльзевир», а также огромному числу журналов, опубликованных престижными научными сообществами. Полнотекстовая база данных ScienceDirect является непревзойденным Интернет-ресурсом научно-технической и медицинской информации и содержит 25% мирового рынка научных публикаций.
4.	http://www.scopus.com	База данных Scopus индексирует более 18 тыс. наименований журналов от 5 тыс. международных издательств, включая более 300 российских журналов. Непревзойденная поддержка в поиске научных публикаций и предоставлении ссылок на все вышедшие рефераты из обширного объема доступных статей. Возможность получения информации о том, сколько раз ссылались другие авторы на интересующую Вас статью, предоставляется список этих статей. Отслеживание своих публикаций с помощью авторских профилей, а так же работы своих соавторов и соперников.
5.	http://www.elibrary.ru	Научная электронная библиотека (НЭБ) содержит полнотекстовые версии научных изданий ведущих зарубежных и отечественных издательств.
6.	http://diss.rsl.ru	«Электронная библиотека диссертаций» Российской Государственной Библиотеки (РГБ) в настоящее время содержит более 400 000 полных текстов наиболее часто запрашиваемых читателями диссертаций. Ежегодное оцифровывание от 25000 до 30000 диссертаций.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).

Основной учебной работой аспиранта является самостоятельная работа в течение всего срока обучения. Начинать изучение дисциплины необходимо с ознакомления с целями и задачами дисциплины и знаниями и умениями, приобретаемыми в процессе изучения. Далее следует проработать конспекты лекций, рассмотрев отдельные вопросы по предложенным источникам литературы. Все неясные вопросы по дисциплине аспирант может разрешить на консультациях, проводимых по расписанию. При подготовке к практическим занятиям аспирант в обязательном порядке изучает теоретический материал.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю).

8.1 Перечень информационных технологий.

Не предусмотрено.

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

Программный продукт	Договор/лицензия
Операционная система MS Windows 8, 10	№73–АЭФ/223-ФЗ/2018 Соглашение Microsoft ESS 72569510 от 06.11.2018
Интегрированное офисное приложение MS Office Professional Plus	№73–АЭФ/223-ФЗ/2018 Соглашение Microsoft ESS 72569510 от 06.11.2018

8.3 Перечень информационных справочных систем:

1. Электронная библиотечная система "Университетская библиотека ONLINE" [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://biblioclub.ru.
2. Электронная библиотечная система издательства "Лань" [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://e.lanbook.com.
3. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (http://www.elibrary.ru).

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа; оснащение: комплект учебной мебели; доска учебная магнитно-маркерная; компьютерное оснащение ПЭВМ 350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, №223С
2.	Лабораторные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа «Лаборатория структурного анализа»; оснащение: лазерная система на базе Nd:YAG лазера и параметрического генератора света для спектральной области 680-2500 нм, в том числе: Импульсный Nd:YAG лазер модели LO29-100; Параметрический генератор света модели LP 604; Генератор 2-ой гармоники модели LP 101; Стенд оптический. 350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, №123С
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций; оснащенность: комплект учебной мебели с учебными ПЭВМ; 1 ПЭВМ администратора (преподавательский); доска учебная магнитно-маркерная 350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, № 212С, 207С

4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации; оснащенность: комплект учебной мебели, доска учебная магнитно-маркерная 350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, №223С
5.	Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы; оснащенность: комплект учебной мебели, компьютерное оснащение ПЭВМ с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета 350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, № 208С