

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

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор

подпись

« 31 »

май

Хагуров Т.А.

2019 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.ДВ.02.02 ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ ТВЕРДЫХ ТЕЛ

Направление подготовки 03.04.02 Физика

Направленность Физика конденсированного состояния вещества

Программа подготовки академическая

Форма обучения очная

Квалификация выпускника магистр

Краснодар 2019

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.02.02 «Люминесценция твердых тел» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 03.04.02 Физика профиль «Физика конденсированного состояния вещества».

Программу составил:

А.В. Скачедуб, доцент каф. теор. физики  
и комп. технологий, к. ф.-м. н

  
подпись

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.02.02 «Люминесценция твердых тел» утверждена на заседании кафедры теоретической физики и компьютерных технологий

протокол № 9 «21» мая 2019 г.

Заведующий кафедрой (разработчика) Исаев В.А.

  
подпись

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры теоретической физики и компьютерных технологий

протокол № 9 «21» мая 2019 г.

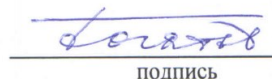
Заведующий кафедрой (выпускающей) Исаев В.А.

  
подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета

протокол № 11 «21» мая 2019 г.

Председатель УМК факультета Богатов Н.М.

  
подпись

Рецензенты:

Г.Ф. Копытов заведующий кафедрой радиофизики и нанотехнологий КубГУ  
доктор физико-математических наук профессор

Л.Р. Григорьян генеральный директор ООО НПФ «Мезон»  
кандидат физико-математических наук

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).**

### **1.1 Цель освоения дисциплины.**

Целью учебной дисциплины «Люминесценция твердых тел» является изучение теоретических и методологических основ современной теории явлений люминесценции с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта.

### **1.2 Задачи дисциплины.**

Задачами дисциплины «Люминесценция твердых тел» являются:

- 1) излучение атомов и молекул;
- 2) изучение теории люминесценции;
- 3) изучение люминесценции жидкостей и твердых тел;
- 4) проведение количественного люминесцентного анализа;
- 5) изучение зеркальной симметрии спектров поглощения и люминесценции.

### **1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.**

Дисциплина «Люминесценция твердых тел» относится к вариативной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана 03.04.02 Физика направленности «Физика конденсированного состояния вещества» и ориентирована при подготовке магистрантов на изучение теоретических и методологических основ современной теории явлений люминесценции с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта. Дисциплина находится в логической и методологической взаимосвязи с другими частями ООП и ее изучение базируется на следующих курсах: «Электродинамика и электродинамика сплошных сред», «Квантовая теория» и «Оптика». Для успешного овладения материалом курса необходимы знания из атомной физики, квантовой механики, оптики, 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 профессиональных компетенций (ПК-1)

| № п.п. | Индекс компетенции | Содержание компетенции (или её части)                                                                                                                                                                                           | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны                                                                                                                                |                                                                                                                 |                                                                                                                    |
|--------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        |                    |                                                                                                                                                                                                                                 | знать                                                                                                                                                                                      | уметь                                                                                                           | владеть                                                                                                            |
| 1.     | ПК-1               | способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта | современную теорию люминесценции, закон Стокса-Ломмеля, правило зеркальной симметрии спектров поглощения и люминесценции Левшина, закон Вавилова, зонную модель люминесценции диэлектриков | интерпретировать спектры люминесценции, полученные с помощью современной аппаратуры и информационных технологий | методологическими подходами в научно-инновационных исследованиях и методикой лабораторного люминесцентного анализа |

## 2. Структура и содержание дисциплины.

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач.ед. (72 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице

| Вид учебной работы                                         |                                      | Всего часов | Семестры (часы) |             |   |   |
|------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------|-----------------|-------------|---|---|
|                                                            |                                      |             | 1               | 2           | 3 | 4 |
| <b>Контактная работа, в том числе:</b>                     |                                      | <b>24,2</b> | -               | <b>24,2</b> | - | - |
| <b>Аудиторные занятия (всего):</b>                         |                                      | <b>24</b>   | -               | <b>24</b>   | - | - |
| Занятия лекционного типа                                   |                                      | 12          | -               | 12          | - | - |
| Лабораторные занятия                                       |                                      | 12          | -               | 12          | - | - |
| Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия) |                                      | -           | -               | -           | - | - |
| <b>Иная контактная работа:</b>                             |                                      | <b>0,2</b>  | -               | <b>0,2</b>  | - | - |
| Контроль самостоятельной работы (КСР)                      |                                      | -           | -               | -           | - | - |
| Промежуточная аттестация (ИКР)                             |                                      | 0,2         | -               | 0,2         | - | - |
| <b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>                |                                      | <b>47,8</b> |                 | <b>47,8</b> |   |   |
| Проработка учебного (теоретического) материала             |                                      | 28          | -               | 28          | - | - |
| Подготовка к текущему контролю                             |                                      | 19,8        | -               | 19,8        | - | - |
| <b>Контроль:</b>                                           |                                      | -           | -               | -           | - | - |
| Подготовка к экзамену                                      |                                      | -           | -               | -           | - | - |
| <b>Общая трудоемкость</b>                                  | <b>час.</b>                          | <b>72</b>   | -               | <b>72</b>   | - | - |
|                                                            | <b>в том числе контактная работа</b> | <b>24,2</b> | -               | <b>24,2</b> | - | - |
|                                                            | <b>зач. ед</b>                       | <b>2</b>    | -               | <b>2</b>    | - | - |

### 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 2 семестре

| №  | Наименование разделов                                  | Количество часов |                   |    |    |                      |
|----|--------------------------------------------------------|------------------|-------------------|----|----|----------------------|
|    |                                                        | Всего            | Аудиторная работа |    |    | Внеаудиторная работа |
|    |                                                        |                  | Л                 | ПЗ | ЛР |                      |
| 1  | 2                                                      | 3                | 4                 | 5  | 6  | 7                    |
| 1. | Электронное строение кристаллов                        | 13               | 2                 | -  | 2  | 9                    |
| 2. | Люминесценция конденсированных сред                    | 13               | 2                 | -  | 2  | 9                    |
| 3. | Кинетика люминесценции в кристаллах                    | 16               | 3                 | -  | 3  | 10                   |
| 4. | Анализ и обработка результатов измерений люминесценции | 17               | 3                 | -  | 3  | 11                   |
| 5. | Применение люминесценции                               | 12,8             | 2                 | -  | 2  | 8,8                  |
|    | <i>Итого по дисциплине:</i>                            |                  | 12                | -  | 12 | 47,8                 |

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

## 2.3 Содержание разделов дисциплины:

### 2.3.1 Занятия лекционного типа.

| №  | Наименование раздела                                   | Содержание раздела                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Форма текущего контроля |
|----|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1  | 2                                                      | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 4                       |
| 1. | Электронное строение кристаллов                        | Зонная модель кристаллофосфоров. Статистика электронов. Фундаментальное, решеточное и обусловленное дефектами поглощение. Электронное строение и вид спектров поглощения экситонов, примесных центров, центров окраски. Формула Смакулы. Температурная зависимость полуширины полос.                                                                                                                                                                                                                       | Коллоквиум (К)          |
| 2. | Люминесценция конденсированных сред                    | Виды переходов с испусканием люминесценции в кристаллах. Происхождение локальных уровней в зонной схеме. Собственная и примесная люминесценция кристаллов. Основные представления о процессах возбуждения (селективное и неселективное). Собственная люминесценция полупроводниковых и диэлектрических кристаллов. Примесная люминесценция (внутрицентровая, рекомбинационная, межпримесная) полупроводниковых и диэлектрических кристаллов. Люминесценция наноструктур, гетероструктур и других объектов. | К                       |
| 3. | Кинетика люминесценции в кристаллах                    | Кинетики химических реакций. Скоростные уравнения при внутрицентровых процессах люминесценции. Кинетика рекомбинационной люминесценции кристаллофосфоров. Зонная модель рекомбинационной люминесценции кристаллофосфоров. Диффузионная модель рекомбинационной люминесценции кристаллофосфоров.                                                                                                                                                                                                            | К                       |
| 4. | Анализ и обработка результатов измерений люминесценции | Конфигурационные координаты. Положение максимумов. Стоксов сдвиг. Форма полос люминесценции при различных степенях электрон-фоонных взаимодействий. Методы разложения спектров на элементарные составляющие. Анализ механизмов передачи энергии центрам свечения. Анализ спектрально-кинетических характеристик люминесценции.                                                                                                                                                                             | К                       |
| 5. | Применение люминесценции                               | Промышленные люминофоры. Принципы изготовления кристаллофосфоров. Активаторы и со-активаторы. Компенсации заряда. Основные этапы синтеза люминофоров. Люминофоры для газоразрядных ламп. Катодолюминофоры. Электролюминофоры. Светодиоды. Рентгенолюминофоры. Светосоставы постоянного действия. Сцинтилляторы. Лазерные материалы. Применение в химии, геологии, минералогии, биологии, медицине, в сельском хозяйстве и пр.                                                                              | К                       |

### 2.3.2 Занятия семинарского типа.

Занятия семинарского типа не предусмотрены.

### 2.3.3 Лабораторные занятия.

| №  | Наименование лабораторных работ                                                           | Форма текущего контроля |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1  | 3                                                                                         | 4                       |
| 1. | Спектры нестационарного поглощения в оптических материалах                                | Защита ЛР № 1           |
| 2. | Фотолюминесценция кристаллов сцинтилляционных материалов                                  | Защита ЛР № 2           |
| 3. | Люминесценция кристаллов при возбуждении рентгеновским излучением (Рентгенолюминесценция) | Защита ЛР № 3           |
| 4. | Кинетика люминесценции. Методы измерения кинетики люминесценции                           | Защита ЛР № 4           |

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрено учебным планом.

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

| №  | Вид СРС                                           | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы                                                                                                       |
|----|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 2                                                 | 3                                                                                                                                                                                               |
| 1. | 1. Проработка учебного (теоретического) материала | Методические указания по организации аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы, утвержденные кафедрой теоретической физики и компьютерных технологий, протокол № 9 от «14» марта 2017г. |
| 2. | 2. Подготовка к текущему контролю                 |                                                                                                                                                                                                 |

### 3. Образовательные технологии.

При реализации учебного процесса используются следующие образовательные технологии: проблемная лекция, мозговой штурм, разбор лабораторных заданий. Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

*Мозговой штурм* — интерактивная образовательная технология, которая предполагает стимулирование творческой активности обучающихся, направленной на решение проблемы/задачи посредством поиска и развития разнообразных вариантов/идей в условиях свободного обмена ими по мере возникновения у обучающихся.

Технология заключается в подборе преподавателем проблемы/задачи, не имеющей однозначного решения. Обучающимся предлагается в установленный срок высказать как можно большее количество вариантов решения с их последующим анализом, обсуждением и выбором наиболее оптимального в условиях поставленной задачи.

В реализации мозгового штурма и достижении поставленных целей преподавателю важно создать и поддерживать комфортную рабочую атмосферу, атмосферу доброжелательности и уважения, исключать любые проявления критики и оценки, поддерживать активность обучающихся, интенсивную работу (без длительных пауз, заминок) во время генерирования идей и последующего их анализа и обсуждения.

Свободный обмен идеями между участниками предполагает выполнение основных правил мозгового штурма:

– отсутствие критики: безоценочное отношение к предложенным идеям способствует раскрепощению обучающихся, что позволяет им предложить максимальное количество идей за ограниченный промежуток времени;

– поощрение нестандартных идей: последующий анализ и развитие таких идей часто позволяет найти оригинальное решение без привлечения дополнительных ресурсов;

– равноправие участников: каждый участник должен знать, что его идея будет услышана и рассмотрена;

– фиксация всех высказанных идей: все идеи, высказанные вслух, следует записывать на доску, флип-чарт, диктофон и т.д. дословно за автором высказывания;

– время для инкубации: участникам штурма необходимо предоставить время на обдумывание, анализ, систематизацию и критику всех высказанных идей.

Технология мозгового штурма может использоваться для решения разнообразных учебных задач: для развития творческих и коммуникативных способностей обучающихся, критического и аналитического мышления, вовлечения обучающихся в активную работу на занятии, организации их совместной учебно-познавательной и исследовательской деятельности.

Мозговой штурм имеет множество вариаций и характеризуется значительной гибкостью в технологии его проведения. В зависимости от цели и условий применения мозговой штурм может быть разным по длительности – от 10-15 минут до 1 астрономического часа – и объединять разное количество участников. Оптимальное количество участников мозгового штурма – от 5 до 10 человек. При большем количестве целесообразно деление обучающихся на группы. В технологии мозгового штурма можно выделить следующие этапы: подготовительный и мотивационно-ориентировочный, основной и рефлексивно-оценочный.

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

##### **4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.**

По дисциплине «Люминесценция твердых тел» для очной формы обучения предусмотрены следующие формы текущего контроля: коллоквиум и сдача лабораторных работ.

##### **Лабораторная работа 1**

*Спектры нестационарного поглощения в оптических материалах.*

1. Дать обзор материалов, используемых в качестве активных элементов твердотельных лазеров.
2. Сформулировать основные требования, предъявляемые к материалам активных элементов лазеров.
3. Пояснить необходимость введения ионов активатора и рассказать о влиянии кристаллической и аморфной матриц на энергетические состояния в активаторе.
4. Рассказать о возможных схемах работы лазера и сформулировать преимущества использования четырехуровневой схемы работы по сравнению с трехуровневой.
5. Перечислить основные параметры, характеризующие взаимодействие оптического излучения с веществом.
6. Дать определение показателя поглощения и пояснить сущность закона Бугера–Ламберта.
7. Пояснить принцип работы экспериментальной установки, рассказать о методах измерения оптических характеристик вещества.
8. Провести анализ полученных данных, связав их с энергетическими диаграммами исследованных материалов.
9. Объяснить причины использования в твердотельных лазерах кристаллов рубина с невысокой концентрацией хрома.

10. Дать определение коэффициентов Эйнштейна и пояснить связь между коэффициентами для вынужденных и спонтанных переходов.
11. Пояснить преимущества полупроводниковых лазеров и светодиодов перед ксеноновыми лампами и лампами накаливания для накачки твердотельных лазеров.

#### **4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.**

##### **Критерии оценки по промежуточной аттестации (зачета)**

##### **Вопросы для самоподготовки к зачету:**

1. Происхождение линейчатых спектров.
2. Спектры атомов.
3. Спектры ионов.
4. Молекулярные спектры.
5. Электронные спектры.
6. Люминесценция твердого тела.
7. Возбуждение вещества и интенсивность спектральных линий.
8. Ширина и форма спектральной линии.
9. Газовый разряд, как источник света в спектральном анализе.
10. Источники сплошного излучения.
11. Использование лазера для возбуждения пробы.
12. Возбуждение люминесценции электронным пучком.
13. Методы введения вещества в источники света.
14. Призмные спектральные аппараты: принципы работы, оптические схемы.
15. Дифракционные спектральные аппараты: принципы работы, оптические схемы.
16. Основные характеристики и параметры спектральных аппаратов: рабочая область спектра, линейная дисперсия, угловая дисперсия, увеличение, спектральная ширина щели, разрешающая способность, светосила.
17. Способы освещения щели.
18. Методы измерений спектров.
19. Градуировка по длинам волн. Определение дисперсии.
20. Измерение относительной спектральной чувствительности фотоприемников.
21. Идентификация спектральных полос и линий.
22. Эмиссионный качественный анализ.
23. Абсорбционный качественный анализ.
24. Эмиссионный количественный анализ.
25. Абсорбционный количественный анализ.
26. Лазерная аналитическая спектроскопия.
27. Импульсный катодолюминесцентный анализ.

Зачет проводится в устной форме. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения индивидуальных заданий студента по данной дисциплине (коллоквиум, лабораторные работы, ответ на вопросы). В результате проведения зачета, студенту выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

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 зачете;

– 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 (модулю) 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.

## **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 / Н.Н. Безрядин, А.В. Линник, Ю.В. Сынов. - Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2015. - 153 с. – Режим доступа: URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=336036>.

2) Гольдаде В.А. Физика конденсированного состояния / В.А. Гольдаде, Л.С. Пинчук; под ред. Н.К. Мышкина. - Минск : Белорусская наука, 2009. - 648 с. - Режим доступа: URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=93309>.

### **5.2 Дополнительная литература:**

1) Газенаур Е.Г. Методы исследования материалов / Е.Г. Газенаур, Л.В. Кузьмина, В.И. Крашенинин. - Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2013. - 336 с. – Режим доступа: URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232447>.

2) Алешкевич В.А. Курс общей физики. Оптика / В.А. Алешкевич. — Москва: Физматлит, 2011. — 320 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2098>.

3) Кочубей В. Формирование и свойства центров люминесценции в щелочно-галоидных кристаллах / В. Кочубей. — Москва: Физматлит, 2006. — 192 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59430>.

4) Прингсхейм П. Люминесценция жидких и твердых тел и ее практическое применение=Luminescence of liquids and solids and its practical application / П. Прингсхейм, М. Фогель. - Москва: Государственное издательство иностранной литературы, 1948. - 262 с. - Режим доступа: URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=447817>.

5) Наумов А.В. Учебно-методическое пособие к специальному физическому практикуму по оптической спектроскопии / А.В. Наумов, Н.Л. Наумова, К.Р. Каримуллин. - Москва: МПГУ, 2016. - 44 с. – Режим доступа: URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=471108>.

### **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.    | <a href="http://www.book.ru">http://www.book.ru</a>                     | 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.    | <a href="http://www.ibooks.ru">http://www.ibooks.ru</a>                 | Айбукс.ру – электронная библиотечная система учебной и научной литературы. В электронную коллекцию включены современные учебники и пособия ведущих издательств России.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 3.    | <a href="http://www.sciencedirect.com">http://www.sciencedirect.com</a> | 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.    | <a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a>               | 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 также работы своих соавторов и соперников. |
| 5.    | <a href="http://www.elibrary.ru">http://www.elibrary.ru</a>             | Научная электронная библиотека (НЭБ) содержит полнотекстовые версии научных изданий ведущих зарубежных и отечественных издательств.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 6.    | <a href="http://diss.rsl.ru">http://diss.rsl.ru</a>                     | «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).

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал по всем разделам дисциплины. Предусмотрено проведение также лабораторных работ по указанным выше разделам дисциплины, в ходе которых студенты изучают различные типы связей между атомами в кристалле, различные модели колебательного движения и возможные типы электронных состояний.

Важнейшим этапом курса является самостоятельная работа. Организация процесса самостоятельной работы по дисциплине «Люминесценция твердых тел» включает несколько отдельных блоков: проработка, анализ и повторение лекционного материала; чтение и реферирование литературы; подготовка к зачету.

Проработка, анализ и повторение лекционного материала. Пройденный на лекциях материал требует обязательного самостоятельного осмысления студента. Для более эффективного освоения курса целесообразно анализировать лекционный материал следующим образом: повторно прочитав конспект лекции, необходимо пристальное внимание уделить ключевым понятиям темы, обратившись к справочной и рекомендованной учебной и специальной литературе.

Чтение и реферирование литературы. Изучение литературы к курсу (как основной, так и дополнительной) является важнейшим требованием и основным индикатором освоения содержания курса. Для студентов имеются Электронные учебники по дисциплине «Люминесценция твердых тел», которые позволяют облегчить и сделать более плодотворным изучение данной дисциплины.

Подготовка к зачету. Вопросы к зачету составлены таким образом, что затрагивают все основные разделы курса. Основными материалами для подготовки к зачету являются: конспекты лекций, учебная и справочная литература.

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

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

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

### **8.1 Перечень информационных технологий.**

1. Проверка заданий и консультирование посредством электронной почты.
2. Использование компьютерных технологий на лабораторных занятиях.

### **8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.**

| Программный продукт                                            | Договор/лицензия                                                            |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Операционная система MS Windows 8, 10                          | №73–АЭФ/223-ФЗ/2018      Соглашение<br>Microsoft ESS 72569510 от 06.11.2018 |
| Интегрированное офисное приложение MS Office Professional Plus | №73–АЭФ/223-ФЗ/2018      Соглашение<br>Microsoft ESS 72569510 от 06.11.2018 |
| Математический пакет «Mathcad»                                 | №127-АЭФ/2014 от 29.07.2014                                                 |

### **8.3 Перечень информационных справочных систем:**

1. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru>).
2. Образовательный портал (<http://www.intuit.ru>).
3. Издательство Лань (<https://e.lanbook.com>).

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

| №  | Вид работ            | Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность                                                                                                                                                                                                                                     |
|----|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Лекционные занятия   | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и лабораторного типа; оснащенность: комплект учебной мебели; доска учебная магнитно-маркерная; комплект плакатов «Теория групп», «Физические свойства кристаллов»; компьютерное оснащение ПЭВМ<br>350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, №320С |
| 2. | Лабораторные занятия |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|    |                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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, №320С                                                                                                                               |
| 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 |