

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
оптики и спектроскопии



(Овчинников О.В.)

05.06.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.01 Фотоника молекул, кристаллов

1. Код и наименование направления подготовки: 03.04.02 Физика
2. Профиль подготовки: Оптика и нанофотоника
3. Квалификация выпускника: магистр
4. Форма обучения: очная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: кафедра оптики и спектроскопии
6. Составители программы: Смирнов Михаил Сергеевич, доктор физико-математических наук, доцент
7. Рекомендована: НМС физического факультета ВГУ, протокол №6 от 04.06.2025

8. Учебный год: 2025/2026 Семестр(-ы): 1

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Целями освоения учебной дисциплины являются: познакомить студентов, обучающихся по программе "Оптика и нанофотоника" с процессами взаимодействия света с молекулами, твердыми телами и наноструктурами, вызывающими протекание разнообразных фотохимических реакций, окислительно-восстановительных и фотокаталитических процессов, включая проблему спектральной сенсбилизации полупроводников и наноструктур.

Задачи учебной дисциплины:

- обеспечить умение применять, знания, полученные при изучении базовых физических дисциплин в междисциплинарных областях;
- изучить с физические основы современных фотонных технологий.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: часть, формируемая участниками образовательных отношений, дисциплины по выбору (Б1.В.01), блок Б1.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-2	Способен создавать базы данных о физических свойствах и технологических особенностях наноструктурных материалов, проводить экспериментальную проверку выбранных технологических решений производства оптических и акустооптикеих приборов, исследовать параметры наноструктурных материалов в соответствии с самостоятельно выбранной и утвержденной методикой	ПК-2.1	Осуществляет подготовку реестра допустимых значений физических свойств и параметров наноструктурных материалов и комплекующих для разработки технологических процессов	знать: принципы построения баз данных о физических свойствах и технологических особенностях наноструктурных материалов уметь: Создавать базы данных о физических свойствах и технологических особенностях наноструктурных материалов, проводить экспериментальную проверку выбранных технологических решений производства оптических и акустооптикеих приборов, исследовать параметры наноструктурных материалов в соответствии с самостоятельно выбранной и утвержденной методикой владеть: методиками экспериментальной проверки выбранных технологических решений производства оптических и акустооптикеих приборов, исследования параметров наноструктурных материалов в соответствии с самостоятельно выбранной и утвержденной методикой
		ПК-2.3	Анализирует состояние научно-технической проблемы, систематизирует и обобщать научно-техническую информацию по теме исследований в области квантовой электроники и фотоники и наноструктурных материалов	
ПК-4	Способен профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием, приборами и установками в предметной области квантовой электроники и фотоники	ПК-4.1	Проводит научные исследования в области оптики, нанофотоники, оптических материалов и технологий, используя специализированное исследовательское оборудование, приборы и установки	знать: методики и подходы работать с исследовательским и испытательным оборудованием, приборами и установками в предметной области квантовой электроники и фотоники уметь: профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием, приборами и установками в предметной области квантовой электроники и фотоники владеть: приёмами работы с исследовательским и испытательным оборудованием, приборами и

				установками в предметной области квантовой электроники и фотоники
--	--	--	--	---

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 4 / 144 .

Форма промежуточной аттестации экзамен

13 Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость		
	Всего	По семестрам	
		1	
Аудиторные занятия	74	74	
в том числе:	лекции	44	44
	практические	30	30
	лабораторные		
Самостоятельная работа	34	34	
в том числе: курсовая работа (проект)			
Форма промежуточной аттестации (экзамен – 36 час.)	36	36	
Итого:	144	144	

13.1 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1.	<i>Введение. Строение молекул красителей, понятие хромофор, ауксохром</i>	<i>Введение. Строение молекул красителей, понятие хромофор, ауксохром.</i>
2.	<i>Уравнение Шрёдингера для молекулы, адиабатическое приближение.</i>	<i>Уравнение Шрёдингера для молекулы, адиабатическое приближение. Электронно-колебательно-вращательные уровни энергии молекулы. Неадиабатическое слагаемое.</i>
3.	<i>Разрешенные и запрещенные переходы в молекулах</i>	<i>Вероятности оптических переходов для многоатомных молекул. Принцип Франка Кондона. Запрещенные переходы в молекулах. Приближение Герцберга Теллера.</i>
4.	<i>Строение молекул красителей</i>	<i>Валентные структуры молекул красителей. Строение электронной оболочки, понятие о π-, σ- и n- орбиталях. Мультиплетность электронных молекулярных орбиталей. Энергетика молекулярных орбиталей. Электронные спектры многоатомных молекул и их интерпретация.</i>
5.	<i>Закономерности флуоресценции</i>	<i>Закономерности флуоресценции. Статистические законы поглощения и испускания излучения молекулами красителей. Длительность возбуждённого состояния.</i>
6.	<i>Безызлучательное рассеяние энергии возбуждения.</i>	<i>Безызлучательные процессы в молекулах. Безызлучательный перенос энергии электронного возбуждения возбуждения. Конверсия в метастабильное состояние. Правило Каша.</i>
7.	<i>Влияние среды на положение полосы поглощения красителя.</i>	<i>Влияние среды на положение полосы поглощения красителя. Структура полосы поглощения, таутомерия, изомерия структуры, H и J - агрегация молекул красителей.</i>
8.	<i>Фотохимические реакции.</i>	<i>Фотохимические реакции. Законы Фотохимии. Фотораспад, фотоперегруппировка, фотоприсоединение, фотоперенос электрона, фотосенсибилизация.</i>
9.	<i>Фотокаталитические реакции</i>	<i>Фотокаталитические реакции</i>
10.	<i>Уравнение Шрёдингера для кристаллов, сравнение с молекулами</i>	<i>Уравнение Шрёдингера для кристаллов, сравнение с молекулами. Блоховская волновая функция. Собственное поглощение света кристаллами.</i>
11.	<i>Элементарные</i>	<i>Фотоперенос носителей заряда. Безызлучательный перенос</i>

	<i>представления о люминесценции и фотохимических реакциях в кристаллах.</i>	<i>энергии электронного возбуждения. Безызлучательные процессы.</i>
12.	<i>Стимулированная люминесценция</i>	<i>Принцип метода флорестимулированной вспышки люминесценции на основе простейшей модели. Особенности интерпретации результатов ФСВЛ.</i>

13.2. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)					
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Контроль	Всего
1.	<i>Введение. Строение молекул красителей, понятие хромофор, ауксохром</i>	3			2	3	8
2.	<i>Уравнение Шрёдингера для молекулы, адиабатическое приближение.</i>	4			2	3	9
3.	<i>Разрешенные и запрещенные переходы в молекулах</i>	3			2	3	8
4.	<i>Строение молекул красителей</i>	3	15		2	4	24
5.	<i>Закономерности флуоресценции</i>	3	15		4	3	25
6.	<i>Безызлучательное рассеяние энергии возбуждения.</i>	4			2	3	9
7.	<i>Влияние среды на положение полосы поглощения красителя.</i>	4			4	4	12
8.	<i>Фотохимические реакции.</i>	4			4	3	11
9.	<i>Фотокаталитические реакции</i>	4			4	3	11
10.	<i>Уравнение Шрёдингера для кристаллов, сравнение с молекулами</i>	4			4	4	12
11.	<i>Элементарные представления о люминесценции и фотохимических реакциях в кристаллах.</i>	4			2	3	9
12.	<i>Стимулированная люминесценция</i>	4			2	3	9
	<i>Итого</i>	<i>44</i>	<i>30</i>		<i>34</i>	<i>36</i>	<i>144</i>

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Основными этапами освоения дисциплины являются:

- Изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств научной информации.
- Подготовка к практическим занятиям.

В ходе подготовки к текущим аттестациям и промежуточной аттестации студенту рекомендуется активно использовать электронный образовательный портал Moodle – электронная среда дисциплины, с предоставлением презентаций лекций, заданий для выполнения лабораторных работ, дополнительного теоретического материала и нормативно-правовых документов по темам и перечней вопросов для подготовки к текущим аттестациям и промежуточной аттестации. Также студенту рекомендуется использовать весь набор методов и средств современных информационных технологий для изучения отечественной и зарубежной литературы по дисциплине, оценки и анализа ее текущего состояния и перспектив развития. Ему предоставляется возможность работать в компьютерных классах факультета (313а аудитория), иметь доступ к Интернет-ресурсам и электронной почте, использовать имеющиеся на кафедре оптики и спектроскопии физического факультета информационные технологии,

использовать ресурсы Зональной научной библиотеки ВГУ, в том числе электронно-библиотечные системы.

15. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

(список оформляется в соответствии с требованиями ГОС и ФГОС, используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Шалимова К.В. Физика полупроводников / К.В. Шалимова. – СПб.: Лань, 2010.- 390 с.
2	Сидоров, А. И. Сенсорная фотоника : учебное пособие : [16+] / А. И. Сидоров ; Университет ИТМО. – Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2019. – 99 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=566783
3	Амосова, Л. П. Введение в физику оптоэлектронных и фотонных устройств для информационных систем : учебное пособие : [16+] / Л. П. Амосова ; Университет ИТМО. – Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2019. – 127 с. : ил., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=566765

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4	Физика соединений A ^{II} B ^{IV} / [Л.А. Бовина, М.С. Бродин, М.Я. Валах и др.] ; под ред. А.Н. Георгобиани, М.К. Шейнкмана. — Москва. : Наука, 1986. — 319 с.
5	Панков, Ж. Оптические процессы в полупроводниках / Ж. Панков ; пер. с англ. под ред. Ж.И. Алферова и В.С. Вавилова. — Москва. : Мир, 1973. — 456 с.
6	Клюев В.Г. Фотостимулированные явления в твердых телах / В.Г. Клюев. – Воронеж.: ВГУ, 2008. – 46 с.
7	Блейкмор, Дж. Физика твердого тела / Дж. Блейкмор ; Пер. с англ. под ред. Д. Г. Андрианова, В. И. Фистуля. — Москва. : Мир, 1988. — 608 с.
8	Грибковский В.П. Теория поглощения и испускания света в полупроводниках / В.П. Грибковский. — Минск : Наука и техника, 1975. — 463 с.
9	Галанин, М.Д. Люминесценция молекул и кристаллов / М.Д.Галанин ; Рос.акад.наук, Физ.ин-т им. П.Н.Лебедева, УНЦ "Фундамент. оптика и спектроскопия". — Москва., 1999. — 199 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
10	Поисковая система e-library.ru
11	Поисковая система google.ru
12	Архив научных журналов http://arch.neicon.ru/
13	Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Библиотека http://window.edu.ru/
14	Электронный каталог ЗНБ ВГУ https://www.lib.vsu.ru/
15	Электронная библиотека Попечительского совета механико-математического факультета МГУ lib.mexmat.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	Блейкмор, Дж. Физика твердого тела / Дж. Блейкмор ; Пер. с англ. под ред. Д. Г. Андрианова, В. И. Фистуля. — Москва. : Мир, 1988. — 608 с.
2	Грибковский В.П. Теория поглощения и испускания света в полупроводниках / В.П. Грибковский. — Минск : Наука и техника, 1975. — 463 с.
3	Галанин, М.Д. Люминесценция молекул и кристаллов / М.Д.Галанин ; Рос.акад.наук, Физ.ин-т им. П.Н.Лебедева, УНЦ "Фундамент. оптика и спектроскопия". — Москва., 1999. — 199 с.

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

В учебном процессе используются следующие образовательные технологии. По образовательным формам: лекционные и практические занятия. Преобладающими методами и приемам обучения являются: 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;

мультимедийные (работа с сайтами академических структур, научно-исследовательских организаций, электронных библиотек и и др., разработка презентаций, сообщений и докладов, работа с электронными обучающими программами и т.п.).

Организационная структура лекционного занятия: 1. Формулировка темы, целей занятия, постановка проблемного вопроса. 2. Разъяснение вопросов теоретического и практического плана для решения поставленной проблемы. 3. Рассмотрение путей решения проблемного вопроса на конкретных примерах. 4. Заключение, формулировка выводов. 5. Формулировка задания для самостоятельной домашней работы. Озвучивание темы следующего занятия.

Организационная структура практического занятия - решение задач или семинар: 1. Проверка готовности студентов к занятию - их теоретическая готовность к выполнению заданий. 2. Основная часть занятия, где студенты выполняют задания, а контроль их исполнения (полнота и качество) и помощь осуществляет преподаватель. 3. Заключительная часть - подведение преподавателем итогов занятия, получение студентами заданий на самостоятельную работу.

Содержание семинара, формируется так, чтобы оно способствовало поиску дополнительных источников знаний и развитию творческого мышления, умению находить пути решения и ответы на проблемные вопросы. По некоторым темам в задание можно включать подготовку 1 -2 докладов (сообщений) по наиболее сложным вопросам, заблаговременно назначив докладчиков.

Текущий контроль проводится путем проверки выполнения домашнего задания, входного контроля (в виде самостоятельных и контрольных работ, докладов и рефератов).

При реализации дисциплины с использованием дистанционных образовательных технологий используются инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>) и/или «МООК ВГУ» (<https://mooc.vsu.ru>), сервисы видеоконференций (BigBlueButton, Zoom, Discord и др.), электронная почта, мессенджеры и соцсети.

1	Поисковая система e-library.ru
2	Поисковая система google.ru
3	Архив научных журналов http://arch.neicon.ru/
4	Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Библиотека http://window.edu.ru/
5	Электронный каталог ЗНБ ВГУ https://www.lib.vsu.ru/
6	Электронная библиотека Попечительского совета механико-математического факультета МГУ lib.mexmat.ru

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Ноутбук Asus, с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ВГУ, Проектор BenQ MS 612ST, Доска магнитно-маркерная 100*200. Программное обеспечение: ОС Windows (WinPro 8 RUS Upgrd OLP NL Acdmc), Microsoft Office (OfficeSTD 2013 RUS OLP NL Acdmc). Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ». Office Standard 2019 Single OLV NL Each AcademicEdition Additional Product. Программный комплекс для ЭВМ - MathWorks. Система инженерного моделирования ANSYS HF Academic Research.

Реализация дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий осуществляется через образовательный портал "Электронный университет ВГУ" (<https://edu.vsu.ru>).

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

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)
1	2	3	4

<p>ПК-2. Способен создавать базы данных о физических свойствах и технологических особенностях наноструктурных материалов, проводить экспериментальную проверку выбранных технологических решений производства оптических и акустооптических приборов, исследовать параметры наноструктурных материалов в соответствии с самостоятельно выбранной и утвержденной методикой</p> <p>ПК-4. Способен профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием, приборами и установками в предметной области квантовой электроники и фотоники</p>	<p>знать: основные закономерности примесного поглощения света, методы получения и анализа его спектров</p> <p>уметь: получать и анализировать спектры примесного поглощения света</p> <p>владеть: теоретическими и практическими навыками</p>	<p><i>Введение. Строение молекул красителей, понятие хромофор, ауксохром</i> <i>Уравнение Шрёдингера, адиабатическое приближение.</i> <i>Квантование момента количества движения, правила сложения моментов</i> <i>Атомные термы, тонкая структура уровней энергии и спектральных линий.</i> <i>Валентные структуры молекул красителей</i> <i>Энергетика молекулярных орбиталей. Закономерности флуоресценции</i> <i>Безызлучательное рассеяние энергии возбуждения.</i> <i>Влияние среды на положение полосы поглощения красителя.</i> <i>Фотохимические реакции.</i> <i>Уравнение Шрёдингера для кристаллов, сравнение с молекулами</i> <i>Элементарные представления о люминесценции и фотохимических реакциях в кристаллах.</i> <i>Стимулированная люминесценция</i></p>	<p>Устный опрос</p>
<p>Промежуточная аттестация (экзамен)</p>			<p>КИМ</p>

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания и критерии их оценивания

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 форме: устного опроса (индивидуальный опрос). Критерии оценивания приведены ниже. 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 и практическое задание, позволяющее оценить степень сформированности умений и навыков. При оценивании используются качественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены в п. 20.2.

Для оценивания результатов обучения на экзамене учитываются следующие показатели:

- 1) знание учебного материала, владение понятийным аппаратом и теоретическими основами волновых явлений;
- 2) умение связывать теорию с практикой;
- 3) умение иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными современных научных исследований в оптике;
- 4) умение применять основные законы и анализировать результаты наблюдений и экспериментов
- 5) владение понятийным аппаратом и умение применять теоретические знания для решения практических задач .

20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

1. Посещаемость лекционных занятий. Проверка преподавателем конспектов по пройденному материалу.
2. Выполнение практических заданий (устный опрос).

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования. Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств - контрольно-измерительных материалов в форме билетов, содержащих по два вопроса к экзамену из следующего перечня:

1. Уравнение Шрёдингера для молекулы, адиабатическое приближение.
2. Электронно-колебательно-вращательные уровни энергии молекулы. Неадиабатическое слагаемое.
3. Вероятности оптических переходов для многоатомных молекул
4. Принцип Франка Кондона.
5. Запрещенные переходы в молекулах. Приближение Герцберга Теллера.
6. Валентные структуры молекул красителей.
7. Строение электронной оболочки, понятие о π -, σ - и n - орбиталях.
8. Мультиплетность электронных молекулярных орбиталей.
9. Энергетика молекулярных орбиталей.
10. Электронные спектры многоатомных молекул и их интерпретация.
11. Закономерности флуоресценции.
12. Статистические законы поглощения и испускания излучения молекулами красителей.
13. Длительность возбуждённого состояния.
14. Безызлучательные процессы в молекулах.
15. Безызлучательный перенос энергии электронного возбуждения возбуждения.
16. Конверсия в метастабильное состояние.
17. Правило Каша.
18. Влияние среды на положение полосы поглощения красителя.
19. Структура полосы поглощения, таутомерия, изомерия структуры, H и J - агрегация молекул красителей.
20. Фотохимические реакции.
21. Законы Фотохимии.
22. Фотораспад, фотоперегруппировка.
23. Фотоприсоединение.
24. Фотоперенос электрона, фотосенсибилизация.
25. Фотокаталитические реакции.
26. Уравнение Шрёдингера для кристаллов, сравнение с молекулами.
27. Блоховская волновая функция.
28. Собственное поглощение света кристаллами.
29. Фотоперенос носителей заряда. Безызлучательный перенос энергии электронного возбуждения.
30. Безызлучательные процессы в кристаллах.
31. Принцип метода фотостимулированной вспышки люминесценции на основе простейшей модели.

Особенности интерпретации результатов ФСВЛ.

Экзамен проводится в письменной форме. Каждый билет включает два теоретических вопроса. Обучающийся готовит ответы на вопросы КИМа и отвечает преподавателю.

Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания

Оценка уровня освоения дисциплины осуществляется по следующим показателям:

- предварительная оценка качества работы на лекционных и практических занятиях;
- полнота ответов на вопросы экзаменационного билета.

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.

Критерии оценки работы обучающихся, которые соотносятся с уровнями сформированности компетенций:

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<i>Посещение лекционных занятий. Ответ на вопрос контрольно-измерительного материала во время экзамена. Ответы на дополнительные вопросы. Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами дисциплины, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач.</i>	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично</i>
<i>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует одному (двум) из перечисленных показателей, но обучающийся дает правильные ответы на дополнительные вопросы. Недостаточно продемонстрировано теоретических основ дисциплины.</i>	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо</i>
<i>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым двум(трем) из перечисленных показателей, обучающийся дает неполные ответы на дополнительные вопросы. Имеет не полное представление о теоретических основах., допускает существенные ошибки.</i>	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно</i>
<i>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым трем(четырем) из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки.</i>	–	<i>Неудовлетворительно</i>

Контрольно-измерительный материал

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой оптики и спектроскопии

Овчинников О.В.
подпись, расшифровка подписи

___. ___. 20__

Направление подготовки / специальность 03.04.02 Физика
Дисциплина Б1.В.01 Фотоника молекул и кристаллов
Форма обучения очная
Вид контроля экзамен
Вид аттестации промежуточная

Контрольно-измерительный материал №1

1. Строение молекул красителей, понятие хромофор, ауксохром.
2. Энергетика молекулярных орбиталей. Закономерности флуоресценции.

Преподаватель _____ Смирнов М.С.
подпись *расшифровка подписи*

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой оптики и спектроскопии

Овчинников О.В.
подпись, расшифровка подписи

___. ___. 20__

Направление подготовки / специальность 03.04.02 Физика
Дисциплина Б1.В.01 Фотоника молекул и кристаллов
Форма обучения очная
Вид контроля экзамен
Вид аттестации промежуточная

Контрольно-измерительный материал №2

1. Правила отбора для момента количества движения и его проекции при оптических переходах.
2. Фотохимические реакции. Законы Фотохимии.

Преподаватель _____ Смирнов М.С.
подпись *расшифровка подписи*