



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

**ШКОЛА ПЕДАГОГИКИ ДВФУ**

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

Бондаренко М.В.

(подпись)

(Ф.И.О. рук. ОП)

«22» июня 2016 г.



«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой математики, физики и методики преподавания

Ильин Э.В.

(Ф.И.О. зав. каф.)

«22» июня 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Квантовая физика

**Направление подготовки 44.03.05 Педагогическое образование**

**(с двумя профилями подготовки)**

Профиль «Физика и информатика»

**Форма подготовки очная**

курс 3 семестры 5

лекции 18 час.

практические занятия 18 час.

лабораторные работы 36 час.

в том числе с использованием МАО лек 8 /лаб. 8/ практ. 6 час.

в том числе в электронной форме не предусмотрены

всего часов аудиторной нагрузки 72 часов.

в том числе с использованием МАО 22 час.

в том числе в электронной форме не предусмотрены

самостоятельная работа 72 час.

в том числе на подготовку к экзамену 36 час.

контрольные работы (количество) 1

курсовая работа не предусмотрена

зачет не предусмотрен

экзамен 5 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 13.04.2016 №12-13-689

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры математики, физики и методики преподавания 22 июня 2016 г., протокол № 11.

Заведующий кафедрой канд. физ.-мат. наук, доцент

Ильин Э.В.

Составитель канд. пед. наук, доцент

Емец Н.П.

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «11» сентября 2017 г. № 1

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ С \_\_\_\_\_ В.Г. Синько \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «05» сентября 2018 г. № 1

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ С \_\_\_\_\_ В.Г. Синько \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## ABSTRACT

**Bachelor's degree in** 44.03.05 «Teacher Education»

**Study profile** «Physics and Informatics»

**Course title:** «Quantum physics»

**Variable part of Block 1,** 4 credits

**Instructor:** Sharoshchenko V.S.

**At the beginning of the course, a student should be able to:**

GC-10 the ability to use scientific and mathematical knowledge to guide in modern information environment

**Learning outcomes:**

PC-1 - readiness to put into practice curriculum according to demands of educational standard;

SC-3 - possession system of knowledge and skills for the educational program required in professional activity.

**Course description:** covers the following:

- course on the relationship with other disciplines; on the role of the course in the practical activity of a specialist;
- about the influence of light, in the form of waves, and in the form of Quanta on processes occurring in animate and inanimate nature;
- professional programs of the calculations of these effects.

**Main course literature:**

1. Soina, N.V. Collection of questions and problems in general physics. Section 3. Optics. Section 4. Quantum physics: Teaching aid / Soina N.V., Kazantseva A.B., Vasilyeva I.A. - M.: MPGU, 2013. – 194 p.  
<http://znanium.com/bookread2.php?book=758094>
2. Egorova, S.P. Spravochnoe posobie po fizike uchebnoe posobie [v 2 ch ] ch 1 [Reference manual on physics: textbook: (at 2 h.p. 1)] / S.P. Yegorova, I.A. Kosareva; - Moscow Road And Road State Technical University.

- Moscow: Russian. Courses, 2015. 56s  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:790843&theme=FEFU>
3. Trofimova, T.I. Kurs fiziki uchebnoe posobie dlia inzhenerno-tekhnicheskikh spetsialnostei vuzov [Physics Course: a textbook for engineering and technical specialties of universities] / T. I. Trofimov. - Moscow: Academy, 2010. 558c.  
<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:419428&theme=FEFU>
  4. Parshakov, A.N. Vvedenie v kvantovuiu fiziku [Elektronnyi resurs] uchebnoe posobie [Introduction to quantum physics: textbook] / A.N. Parshakov. St. Petersburg: Lan, 2010. 352 s. - Access mode: <https://e.lanbook.com/book/297>
  5. Saveliev, I.V. Kurs obshchei fiziki V 3 t Tom 3 Kvantovaya optika Atomnaya fizika Fizika tverdogo tela Fizika atomnogo iadra i elementarnykh chastits [Elektronnyi resurs] uchebnoe posobie [General Physics Course. 3 t. Volume 3. The quantum optics. Atomic physics. Solid-body physics. Physics of the atomic nucleus and elementary particles: training manual] / I.V. Saveliev. St. Petersburg: Lan, 2017. 320 s. - Access mode: <https://e.lanbook.com/book/92652>

**Form of final control:** exam.

## АННОТАЦИЯ

Рабочая программа учебной дисциплины разработана для студентов – бакалавров 3 курса, обучающихся по направлению 44.03.05 «Педагогическое образование» по профилю «Физика и информатика» (очной формы обучения) в соответствии с требованиями ОС ВО по данному направлению.

Дисциплина «Квантовая физика» входит в число дисциплин профессионального цикла, соответствует базовой части, ее назначение состоит в фундаментальной подготовке студентов. Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетные единицы - 144 часа. Учебным планом предусмотрены 72 часа аудиторной работы, из них лекционные занятия (18 час), практические занятия (18 час), лабораторные занятия (36 час), самостоятельная работа студента (72 час, из них 36 час приходится на подготовку к экзамену). Дисциплина реализуется на 3 курсе в 5 семестре. Завершается экзаменом в 5 семестре.

**Актуальность курса:** в дисциплине «Квантовая физика» излагается материал по изучению физики как науки, отражающей наиболее общие закономерности в природе, формируя, при этом, у студентов основные представления о естественнонаучной картине мира. Совместно с математикой физика занимает в обучении студентов одно из важных мест: курс является базовым для изучения дальнейших технических дисциплин, определяет физико-математическую подготовку студентов и, естественно, служит основой, на которой строится дальнейшее обучение студентов, относящееся к специальной области вопросов квантовых систем. Дисциплина базируется на знаниях по математике, вопросах общей физики. Полученные знания по данной дисциплине используются при изложении ряда вопросов некоторых специальных дисциплин.

**Особенности содержания:** ведущим направлением является проблемно-поисковый подход, обеспечивающий активное освоение курса.

Курс предполагает значительный объем самостоятельной работы, отведенной на изучение научно-методической литературы и Интернет-источников по проблематике курса, на подготовку практических заданий.

**Содержание дисциплины** охватывает следующий круг вопросов: Тепловое излучение. Законы теплового излучения. Взаимодействие излучения с веществом. Эффект Комптона. Закономерности атомных спектров. Опыты Резерфорда. Закономерности атомных спектров. Формула Бальмера. Водородоподобные атомы. Модель атома Томсона. Опыты Резерфорда. Модель атома Резерфорда. Рентгеновское излучение. Элементы квантовой механики. Опыты Девиссона-Джернера. Гипотеза де Бройля. Волны де Бройля. Уравнение Шрёдингера. Основы квантовой теории свободных электронов в металлах. Основы зонной теории твёрдых тел. Физика атомного ядра. Модели атомных ядер. Состав ядра. Ядерные силы. Энергия связи. Закон радиоактивного распада.

Курс *квантовая физика* относится к числу фундаментальных дисциплин, служащих основой при чтении специальных курсов, рассматривающих новые явления и процессы, связанные с физикой атома, атомного ядра и мира элементарных частиц.

**Целью** курса является изучение закономерностей, возникающих при рассмотрении физических явлений на микроуровне.

**Задачами** освоения дисциплины являются:

- Создание у студентов теоретической и практической подготовки в области квантовой физики, обеспечивающей будущим учителям возможности использования новых физических принципов в будущей школьной практике.
- Формирование у студентов целостной картины явлений, на которых основана работа современных электронных приборов и технология их изготовления.

– Усвоение основных явлений и законов квантовой физики, помогающих студентам в дальнейшем решать задачи.

– Ознакомление студентов с научной аппаратурой и выработка начальных навыков проведения научных исследований.

Для успешного изучения дисциплины «Квантовая физика» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции: ОК-10 способность использовать естественнонаучные и математические знания для ориентирования в современном информационном пространстве.

Изучение дисциплины «Квантовая физика» является базой для дальнейшего освоения студентами дисциплин «Физика конденсированного состояния», «Основы теоретической физики» и прохождения учебной и педагогической практики.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции.

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-1 готовность реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии с требованиями образовательных стандартов	Знает	<ul style="list-style-type: none"> <li>– нормативно-правовую и концептуальную базу содержания предпрофильного и профильного обучения;</li> <li>– стандарт школьного образования по физике, фундаментальное ядро содержания образования по физике и астрономии, школьные программы по физике и астрономии, рекомендованные Министерством образования и науки РФ.</li> <li>– требования к образовательным программам по учебному предмету «Квантовая физика» в соответствии с требованиями образовательных стандартов;</li> <li>– сущность и структуру образовательных программ по учебному предмету «Квантовая физика» в соответствии с требованиями образовательных стандартов</li> </ul>
	Умеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>– осуществлять анализ образовательных программ по учебному предмету «Квантовая физика» в соответствии с требованиями образовательных стандартов;</li> <li>– определять структуру и содержание образовательных программ по учебному предмету «Квантовая физика» в соответствии с требованиями образовательных стандартов;</li> <li>– реализовывать образовательные программы по предмету «Квантовая физика» в соответствии с требованиями образовательных стандартов.</li> </ul>
	Владеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>– методами планирования, разработки и реализации образовательных программ по учебному предмету</li> </ul>

		<p>«Квантовая физика» в соответствии с требованиями образовательных стандартов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– системой теоретических и практических знаний, необходимых для разработки и реализации образовательных программ по учебному предмету «Квантовая физика» в соответствии с требованиями образовательных стандартов.</li> </ul>
СК-3 – владение системой знаний и умений по дисциплинам образовательной программы, необходимых в профессиональной деятельности	Знает	<ul style="list-style-type: none"> <li>– теоретические основы квантовой физики, терминологию, необходимые в профессиональной деятельности учителя физики;</li> <li>– методы экспериментальных и теоретических исследований по дисциплине «Квантовая физика», необходимые в профессиональной деятельности учителя физики;</li> <li>– предметы и объекты исследования квантовой физики необходимые в профессиональной деятельности учителя физики.</li> </ul>
	Умеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>– использовать основные положения квантовой физики в школьном курсе физики;</li> <li>– применять теоретические знания по дисциплине «Квантовая физика» к решению задач, в частности, в школьном курсе физики;</li> <li>– работать с экспериментальными установками по дисциплине «Квантовая физика», необходимыми в профессиональной деятельности учителя физики.</li> </ul>
	Владеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками применения общих методов квантовой физики, необходимых в профессиональной деятельности учителя физики;</li> <li>– навыками решения расчетных и экспериментальных задач по дисциплине «Квантовая физика», необходимыми в профессиональной деятельности учителя физики;</li> <li>– навыками работы с экспериментальными установками и отдельными измерительными (цифровыми) приборами.</li> </ul>

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Квантовая физика» применяются следующие методы активного и интерактивного обучения: дискуссии, групповая работа, презентации.

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **5 семестр 18 часов**

**Вводное занятие (2 часа).** Предмет и методы квантовой физики. Цели и задачи курса.

**Раздел 1. Тепловое излучение твёрдых тел. (6 часов)**

1. Природа теплового излучения. 2. Законы теплового излучения. Классические представления. 3. Гипотеза Планка. Формула Планка.

**2. Взаимодействие излучения с веществом.**

**3. Эффект Комптона.** Закономерности атомных спектров. Опыты Резерфорда. 1. Закономерности атомных спектров. Формула Бальмера. 2. Водородоподобные атомы. 3. Модель атома Томсона. 4. Опыты Резерфорда. Модель атома Резерфорда.

**4. Рентгеновское излучение.** 1. Тормозное и характеристическое рентгеновское излучение. 2. Закон Мозли.

## **Раздел 2. Квантовая статистика. (7 часов)**

**1. Элементы квантовой механики.** 1. Опыты Девиссона – Джернера. 2. Гипотеза де – Бройля. Волны де – Бройля. 3. Уравнение Шрёдингера.

**2. Статистика электронов в металле.** 1. Основы квантовой теории свободных электронов в металлах. 2. Статистика Ферми – Дирака. Уровень Ферми. 3. Распространение электронов в металлах при  $T = 0^{\circ} K$ . 4. Проявление сил инерции в природе.

**3. Основы зонной теории твёрдых тел.** 1. Образование энергетических зон в кристаллах 2. Основы квантовой теории свободных электронов в металлах. 3. Уровень Ферми, поверхность Ферми.

## **Раздел 3. Физика атомного ядра (3 часа).**

1. Модели атомных ядер. 2. Состав ядра. 3. Ядерные силы. 4. Энергия связи. 5. Закон радиоактивного распада.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Темы практических занятий (18 час.)**

**Практическое занятие № 1 (2 часа).** Законы теплового излучения. Формула Планка. Повторение теоретических вопросов. Решение задач по теме занятия. Решение задач В. 18.6; 18.13; 18.15; 18.18. Фотоэффект.

Уравнение Эйнштейна. Повторение теоретических вопросов. Решение задач по теме занятия. В. 19.4; 19.14; 19.18; 19.20.

**Практическое занятие № 2 (2 часа).** Эффект Комптона. Повторение теоретических вопросов. Решение задач по теме занятия. В. 19.31; 19.32. Ч. 37.4; 37.6. Атом водорода. Постулаты Бора. Спектральные серии атома водорода и водородоподобных атомов. Повторение теоретических вопросов. Решение задач по теме занятия. В. 20.1; 20.5; 20.7. Ч. 38.8; 38.10; 38.13.

**Практическое занятие № 3 (2 часа).** Рентгеновское излучение. Повторение теоретических вопросов. Решение задач по теме занятия. В. 20.29; 20.32; 20.34. Волны де-Бройля. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Повторение теоретических вопросов. Решение задач по теме занятия. В. 19.34; 19.37; 19.39.

**Практическое занятие № 4 (2 часа).** Контрольная работа № 1

**Практическое занятие № 5 (2 часа).** Уравнение Шредингера для свободного электрона. Ч. 46.3; 46.5; 46.8. Электрон в потенциальной яме. Туннельный эффект. Ч. 46.16; 46.22; 46.42; 46.44.

**Практическое занятие № 6 (2 часа).** Классическая теория металлов: электропроводность, теплопроводность, закон Видемана-Франца. Повторение теоретических вопросов. Решение задач по теме занятия. Ч. 20.3; 20.6; 20.11.

**Практическое занятие № 7 (2 часа).** Статистика электронов в металле. Повторение теоретических вопросов. Решение задач по теме занятия. Ч. 51.2; 51.4; 51.5. Теплоемкость твердых тел. Ц. 34.12; 34.14; 34.16.

**Практическое занятие № 8 (2 часа).** Контрольная работа №2

**Практическое занятие № 9 (2 часа).** Масса, размер и состав ядра. Дефект масс. Ядерные модели. Ч. 40.5; 40.7; 40.29. Закон радиоактивного распада. В. 21.5; 21.10; 21.31. Энергия связи. Ядерные реакции. В. 22.2; 22.9; 22.10.

## **Материалы лабораторных занятий**

## 5 семестр 36 часов

1. Изучение монохроматора УМ-3.
2. Градуировка монохроматора УМ-3.
3. Исследование спектра неона.
4. Исследование спектра атомов водорода. Определение постоянной Ридберга и массы электрона.
5. Определение потенциала ионизации атомов газа.
6. Тепловое излучение. Определение постоянной Стефана-Больцмана.
7. Изучение законов внешнего фотоэффекта.
8. Определение постоянной Планка с помощью внешнего фотоэффекта.
9. Определение постоянной Планка с помощью светодиода.
10. Электропроводность и теплопроводность металлов. Проверка закона Видемана-Франца.
11. Исследование эффекта Холла в полупроводниках. Определение ширины запрещенной зоны полупроводника.

### III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Квантовая физика» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

#### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Модуль I. Тепловое излучение. Фотоэффект.	ПК-1	Знает	ПР-6 (Лабораторная работа) УО-1 (Собеседование)	УО-1 Вопросы 1-10 к экзамену
			Умеет	ПР-6 (Лабораторная работа) УО-1 (Собеседование) ПР-1 (Тест)	УО-1 Вопросы 11-19 к экзамену
			Владеет	ПР-6 (Лабораторная работа) УО-1 (Собеседование)	УО-1 Вопросы 1-20 к экзамену
2	Модуль II. Элементы квантовой статистики	СК-3	Знает	ПР-6 (Лабораторная работа) УО-1 (Собеседование)	УО-1 Вопросы 20-37 к экзамену
			Умеет	ПР-6 (Лабораторная работа) УО-1 (Собеседование)	УО-1 Вопросы 22-29 к экзамену
			Владеет	ПР-6 (Лабораторная работа) УО-1 (Собеседование)	УО-1 Вопросы 22-37 к экзамену
3	Модуль III Физика атомного ядра и элементарных частиц	СК-3	Знает	ПР-6 (Лабораторная работа) УО-1 (Собеседование)	УО-1 Вопросы 20-37 к экзамену
			Умеет	ПР-6 (Лабораторная работа) УО-1 (Собеседование)	УО-1 Вопросы 22-29 к экзамену
			Владеет	ПР-6 (Лабораторная работа) УО-1 (Собеседование)	УО-1 Вопросы 22-37 к экзамену

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

Рубежный контроль осуществляется в форме решения индивидуальных домашних заданий, которые приводятся ниже и в виде контрольной работы.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

*(электронные и печатные издания)*

1. Соина, Н.В. Сборник вопросов и задач по общей физике. Раздел 3. Оптика. Раздел 4. Квантовая физика: Учебно-методическое пособие / Соина Н.В., Казанцева А.Б., Васильева И.А. - М.: МПГУ, 2013. - 194 с.  
<http://znanium.com/bookread2.php?book=758094>
2. Справочное пособие по физике: учебное пособие: [в 2 ч.] ч. 1 / С. П. Егорова, И. А. Косарева; - Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет. Москва: Русский язык. Курсы, 2015. 56с  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:790843&theme=FEFU>
3. Курс физики: учебное пособие для инженерно-технических специальностей вузов / Т. И. Трофимова. - Москва: Академия, 2010. 558с. <https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:419428&theme=FEFU>
4. Паршаков, А.Н. Введение в квантовую физику [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Н. Паршаков. — Санкт-Петербург: Лань, 2010. — 352 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/297>
5. Савельев, И.В. Курс общей физики. В 3 т. Том 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.В. Савельев. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 320 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/92652>

### **Дополнительная литература**

*(электронные и печатные издания)*

1. Гольдин, Л. Л. Квантовая физика. Вводный курс: [учебное пособие] / Гольдин Л. Л., Новикова Г. И. - Долгопрудный: Интеллект, 2013. – 476с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:823062&theme=FEFU>
2. Демидченко, В. И. Физика: учебник для вузов / В. И. Демидченко. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2012. – 573 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:725602&theme=FEFU>
3. Белонучкин, В.Е. Основы физики. Курс общ. физики Том 2. Квантовая и статистическая физика. [Электронный ресурс] / В.Е. Белонучкин, Д.А. Заикин, Ю.М. Ципенюк. — Электрон. дан. — М.: Физматлит, 2007. — 608 с. <http://e.lanbook.com/book/2201>
4. Вонсовский, С. В. Квантовая физика твердого тела / Вонсовский, С. В. - Москва: Наука, 1983. - 336 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:47784&theme=FEFU>

**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети  
«Интернет»**

1. Научная библиотека Школы педагогики ДВФУ <http://lib.uspi.ru/>
2. Фундаментальная библиотека РГПУ им. А.И. Герцена - <http://lib.herzen.spb.ru>
3. Базы данных компании East View Publications (Ист-Вью)
4. Базы данных Gale Group – <http://www.neicon.ru/res/gale.htm>
5. Базы данных в текущей подписке Герценовского университета
6. Федеральный портал Российское образование – [http://www.edu.ru/index.php?page\\_id=242](http://www.edu.ru/index.php?page_id=242)
7. Каталог образовательных интернет-ресурсов – [http://www.edu.ru/index.php?page\\_id=6](http://www.edu.ru/index.php?page_id=6)
8. Библиотека портала – [http://www.edu.ru/index.php?page\\_id=242](http://www.edu.ru/index.php?page_id=242)
9. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – <http://elibrary.ru/defaultx.asp>

10. Гуманитарная электронная библиотека <http://www.lib.ua-ru.net/katalog/41.html>
11. Научная онлайн-библиотека Порталус – <http://www.portalus.ru/>
12. Библиотека Гумер – <http://www.gumer.info/>
13. Электронная библиотека учебников. Учебники по педагогике – <http://studentam.net/content/category/1/2/5/>
14. Интернет библиотека электронных книг Elibrus – <http://elibrus.lgb.ru/psi.shtml>
15. Методика разработки элективных курсов и экспертиза их качества – <http://edu.of.ru/attach/17/4917.doc>

### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

В учебном процессе по дисциплине используются следующие информационно-справочные и поисковые системы, а также программное обеспечение и электронные библиотечные системы:

- Поисковые системы: Google, Mail.ru, Bing, Yandex;

#### ***Программное обеспечение:***

- Операционная система Windows;
- Пакет прикладных программ OpenOffice.

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Курс структурирован по тематическому и сравнительно-типологическому принципам, что позволяет, с одной стороны, систематизировать учебный материал, с другой – подчёркивает связь с другими дисциплинами.

В процессе изучения материалов учебного курса предлагаются разнообразные формы работ: чтение лекций, лабораторные занятия.

*Лекционные занятия* ориентированы на освещение вводных тем в каждый раздел курса и призваны ориентировать студентов в предлагаемом

материале, заложить научные и методологические основы для дальнейшей самостоятельной работы студентов.

*Лабораторные занятия* акцентированы на наиболее принципиальных и проблемных вопросах развития фундаментальной физической науки (квантовой физики).

В работе со студентами используются разнообразные средства, формы и методы обучения (информационно-развивающие, проблемно-поисковые).

Особо значимой для профессиональной подготовки студентов является *самостоятельная работа* по курсу. В ходе этой работы студенты отбирают необходимый материал по изучаемому вопросу и анализируют его. Самостоятельная работа с литературой включает в себя такие приемы как составление плана, тезисов, конспектов, аннотирование источников. Студентов необходимо познакомить с основными источниками, без которых невозможно полноценное понимание проблематики курса. Поэтому эти источники рекомендованы студентам для домашнего изучения и включены в программу.

Освоение курса должно способствовать развитию навыков сопоставления и анализа больших объемов информации. Поэтому во всех формах контроля знаний, особенно при сдаче зачетов и экзаменов, внимание должно быть обращено на понимание студентом, ключевых проблем развития современных компьютерных технологий.

В процессе преподавания дисциплины «Квантовая физика» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения:

***Лекционные занятия:***

1. лекция – визуализация
2. лекция – беседа с техникой обратной связи

***- лекция – визуализация***

Лекция-визуализация учит студентов преобразовывать устную и письменную информацию - в визуальную форму, систематизируя и выделяя

при этом наиболее существенные элементы содержания. Данный вид лекционных занятий реализует и дидактический принцип доступности: возможность интегрировать зрительное и вербальное восприятие информации.

Процесс визуализации является свертыванием различных видов информации в наглядный образ.

Любая форма наглядной информации содержит элементы проблемности. Поэтому лекция-визуализация способствует созданию проблемной ситуации, разрешение которой, в отличие от проблемной лекции, где используются вопросы, происходит на основе анализа, синтеза, обобщения, свертывания или развертывания информации, то есть с включением активной мыслительной деятельности. Основная задача преподавателя - использовать такие формы наглядности, которые не только дополняли словесную информацию, но и сами являлись носителями информации. Чем больше проблемности в наглядной информации, тем выше степень мыслительной активности студента.

Методика проведения подобной лекции предполагает предварительную подготовку визуальных материалов в соответствии с ее содержанием. Подготовка лекции преподавателем состоит в том, чтобы изменить, переконструировать учебную информацию (всю или часть на его усмотрение, исходя из методической необходимости) по теме лекционного занятия в визуальную форму для представления студентам через технические средства обучения или вручную (схемы, рисунки, чертежи и т. п.).

Читая такую лекцию, преподаватель комментирует подготовленные наглядные материалы, стараясь полностью раскрыть тему (или подготовленный фрагмент) данной лекции. Представленная таким образом информация должна обеспечить систематизацию имеющихся у студентов знаний, создание проблемных ситуаций и возможности их разрешения, что является важным в познавательной и профессиональной деятельности.

В лекции-визуализации важна определенная наглядная логика и ритм подачи учебного материала. Для этого можно использовать комплекс технических средств обучения, рисунок, в том числе с использованием гротескных форм, а также цвет, графику, сочетание словесной и наглядной информации. Здесь важны и дозировка использования материала, и мастерство преподавателя, и его стиль общения со студентами.

***- лекция - беседа с использованием техники обратной связи***

Обратная связь в виде реакции аудитории на слова и действия преподавателя помогает ему умело оценить по реакции всей аудитории на поставленный им вопрос уровень знаний и усвоения информации и внести соответствующие коррективы в методику занятий.

Вопросы задаются и в начале, и в конце изложения каждого логического раздела лекции. Первый – для того, чтобы узнать, насколько студенты осведомлены по излагаемой проблеме. Второй - для контроля качества усвоения материала.

Если аудитория в целом правильно отвечает на вводный вопрос, преподаватель излагает материал тезисно и переходит к следующему разделу лекции. Если же число правильных ответов ниже желаемого уровня, преподаватель читает подготовленную лекцию, в конце смыслового раздела задает новый (контрольный) вопрос. При неудовлетворительных результатах контрольного опроса преподаватель возвращается к уже прочитанному разделу, изменив при этом методику подачи материала.

***Лабораторные занятия:***

**Лабораторный метод**

Лабораторный метод основан на самостоятельном проведении экспериментов, исследований студентами.

Лабораторный метод формирует у студентов умение строить умозаключения на основе дедукции, индукции, аналогии; выделять главное и

ставить проблему; строить и проверять гипотезы; разрабатывать программу проведения опыта, эксперимента.

### **Рекомендации по работе с литературой;**

Работа с литературой заключается в ее поиске, чтении, анализе, выделении главного, синтезе, обобщении главного. Студенты могут использовать как основную, так и дополнительную литературу, а также самостоятельно найденные источники.

Существует четыре основных метода чтения.

1. Чтение - просмотр, когда книгу быстро перелистывают, изредка задерживаясь на некоторых страницах. Цель такого просмотра – первое знакомство с книгой, получение общего представления о ее содержании.

2. Чтение выборочное, или неполное, когда читают основательно и сосредоточенно, но не весь текст, а только нужные для определенной цели фрагменты.

3. Чтение полное, или сплошное, когда внимательно прочитывают весь текст, но никакой особой работы с ним не ведут, не делают основательных записей, ограничиваясь лишь краткими заметками или условными пометками в самом тексте (конечно, в собственной книге).

4. Чтение с проработкой материала, т. е. изучение содержания книги, предполагающее серьезное углубление в текст и составление различного рода записей прочитанного.

Для повышения эффективности чтения – просмотра большое значение имеет целесообразный порядок знакомства с содержанием книги. Этот порядок может быть не одинаковым у разных читателей, но важно, чтобы он неизменно соблюдался и чтобы, прежде чем взяться за основной текст, студент обязательно ознакомился с имеющейся в каждой книге титульной страницей, а также с оглавлением (содержанием), предисловием (введением), заключением (послесловием), справочным аппаратом (если эти элементы

имеются в книге). Привычка, принимаясь за новую книгу, проходить мимо указанных элементов вредна, так как оставляет читателя в неведении относительно многих характеристик, освещающих содержание книги и облегчающих предстоящую работу с текстом.

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Реализация направления подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование» предполагает наличие следующего материально-технического обеспечения по дисциплине «Квантовая физика»:

- лекционные аудитории (оборудованные видеопроекторным оборудованием для презентаций, экраном, и имеющие выход в Интернет);
- помещения для проведения лабораторных занятий (оборудованные необходимым образом);

При использовании электронных изданий образовательное учреждение должно обеспечить каждого обучающегося во время самостоятельной подготовки рабочим местом в компьютерном классе с выходом в Интернет.

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используется следующее программное обеспечение: OpenOffice, программное обеспечение электронного ресурса сайта ДВФУ, включая ЭБС ДВФУ.

№ п/п	Наименование предмета, дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом	Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий с перечнем основного оборудования	Адрес (местоположение) учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий, объектов физической культуры и спорта (с указанием номера помещения)
1	2	3	4

1	Квантовая физика	<p>Учебная лаборатория для проведения лабораторного практикума, занятий семинарского типа, текущего контроля</p> <p>Перечень оборудования:  Учебная мебель на 30 рабочих мест (стол-21, стул-31), шкаф для документов-14, доска меловая-2, компьютеры DNS 5 шт., ампервольтметр, воздуходувка, вольтметр, выпрямитель-24, гальванометр, генератор, люксметр, микроамперметр, набор дифракционных решеток, насос вакуумный, осциллограф электронный, поляриметр, весы электронные, тестер, трубка Ньютона, лабораторная установка для изучения удельного заряда электрона-е/т, выпрямитель В-24 с регулятором, карта звездного неба.</p>	692519, г. Уссурийск, ул. Чичерина, 54, ауд. 14
		<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</p> <p>Перечень оборудования:  Учебная мебель на 32 рабочих места, место преподавателя (стол-22, стул-36), доска меловая-1, шкаф для одежды-1, шкаф для документов-6, телескоп, компьютеры DNS – 13 шт. с выходом в сеть интернет, проектор Epson EB-X7, ноутбук Lenovo IdeaPad S205 Bra C50/2G/320Gb/int/11/б', экран.</p> <p>Перечень программного обеспечения:  Операционная система Microsoft Windows 7, MS Office 2010  Подписка Microsoft Standard Enrollment 62820593. Дата окончания 2020-06-30.  Родительская программа Campus 3 49231495.  Торговый посредник: JSC "Softline Trade"  Номер заказа торгового посредника: Tr000270647-18.  Браузер Google Chrome – свободное ПО;  Браузер Mozilla Firefox – свободное ПО;  Договор на предоставление услуг Интернет с "ООО Уссури-телеком":  Абонентский договор №243087 от 1.01.2018 оказания услуг связи</p>	692519, г. Уссурийск, ул. Чичерина, 44, ауд. 115



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
**(ДФУ)**

---

**ШКОЛА ПЕДАГОГИКИ**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ  
ОБУЧАЮЩИХСЯ**  
по дисциплине «Квантовая физика»  
**Направление подготовки 44.03.05 Педагогическое образование**  
**(с двумя профилями подготовки)**  
Профиль «Физика и информатика»  
**Форма подготовки очная**

г. Уссурийск

2016

22

### **План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине**

<b>№ п/п</b>	<b>Дата/сроки выполнения</b>	<b>Вид самостоятельной работы</b>	<b>Примерные нормы времени на выполнение</b>	<b>Форма контроля</b>
1.	1 -17 недели	Подготовка конспектов и глоссария по предложенным темам	18 часов	ПР-7 Проверка конспекта и глоссария
2.	6 неделя	Подготовка к выполнению ИДЗ №1	3 часа	ПР-11 Прием ИДЗ №1
3.	8 неделя	Подготовка к Лабораторной работе № 1, сдаче отчета	3 часа	ПР-6 Проверка лаб. работы № 1. Прием отчета.
3.	9 неделя	Подготовка к Лабораторной работе № 2, сдаче отчета	3 часа	ПР-6 Проверка лаб. работы № 2. Прием отчета.
4.	10 неделя	Подготовка к Лабораторной работе № 3, сдаче отчета	3 часа	ПР-6 Проверка лаб. работы № 3. Прием отчета.
5.	11 неделя	Подготовка к Лабораторной работе № 4, сдаче отчета	3 часа	ПР-6 Проверка лаб. работы № 4. Прием отчета.
7.	12 неделя	Подготовка к Лабораторной работе № 5, сдаче отчета	3 часа	ПР-6 Проверка лаб. работы № 5. Прием отчета.
8.		Подготовка к экзамену	36 часов	Прием экзамена, УО-1 собеседование
		Итого:	72 часа	

### **Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению**

Самостоятельная работа студентов состоит из подготовки к практическим занятиям, работы над рекомендованной литературой, выполнения индивидуальных домашних заданий, подготовки к письменным контрольным работам, коллоквиумам, ответов на контрольные вопросы по изученной теме.

При организации самостоятельной работы преподаватель должен учитывать уровень подготовки каждого студента и предвидеть трудности, которые могут возникнуть при выполнении самостоятельной работы.

При изучении учебного материала рекомендуется вести отдельные конспекты: конспект лекций, конспект практических занятий и конспект самостоятельной работы над учебным материалом (учебной литературой). В конспектах рекомендуется выделять важные выводы и формулы, проделывать вычисления и выводы (доказательства) формул и теорем, предложенных для самостоятельного осуществления.

Необходимо в процессе изучения материала вести специальную тетрадь – справочник, содержащую основные определения, формулировки теорем, формулы, уравнения, примеры решения простейших (типовых) задач и т.п.

Рекомендуется составить лист, содержащий важнейшие и наиболее часто употребляемые формулы курса. Такой лист помогает запомнить формулы и может служить постоянным справочником при решении задач.

Залогом успешного усвоения дисциплины является систематическое выполнение домашних заданий. Решение задач домашнего задания оформляется в тетрадях для практических занятий после соответствующего аудиторного практического занятия.

Самостоятельная работа с учебным материалом является важной частью изучения дисциплины. Чтение и проработка лекционного материала, разбор материалов практических занятий, чтение и проработка учебной литературы, рекомендованной преподавателем – все это составляющие самостоятельной работы.

## **Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы**

### **Тематика заданий**

#### **Задание 1 по теме «Тепловое излучение. Фотоэффект.»**

Написание конспекта и составление глоссария по вопросу «Тепловое излучение. Фотоэффект».

Вопросы конспекта:

1. Фотоэффект.
2. Уравнение Эйнштейна, релятивистский и внутренний фотоэффект.
3. Эффект Комптона.

**Методические рекомендации по составлению конспекта.** Конспект – сложный способ изложения содержания научной литературы или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание научной литературы, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта. Ниже даны рекомендации по составлению конспекта.

1. Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта.

2. Выделите главное, составьте план.

3. Кратко сформулируйте основные положения текста, отметьте аргументацию автора.

4. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно.

5. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли.

6. В тексте конспекта желательно приводить не только тезисные положения, но и их доказательства.

При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять

поля. Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы.

**Требования к оформлению конспекта.** Конспект включает титульный лист, собственно текст конспекта, который должен отражать проблематику всех поставленных вопросов (анализ источника, литературы) и иметь по ним аргументированные выводы. Слово «аргументированные» является ключевым. Главное – доказуемость выводов. Формат А 4. Ориентация – книжная. Поля: верхнее, нижнее, 20 мм, правое 10мм, левое – 30 мм. Номера страниц – арабскими цифрами, внизу страницы, выравнивание по центру, титульный лист не включается в общую нумерацию. Шрифт – Times New Roman. Размер шрифта – 14 через 1,5 интервал; Расстановка переносов автоматически, абзац – 1, 25, выравнивание по ширине, без отступов.

#### **Критерии оценки написания конспекта**

«Отлично» – выдержана краткость, ясная и четкая структуризация материала, содержательная точность, наличие образных и символических элементов, оригинальность обработки авторского текста. Конспект составлен в соответствии с требованиями оформления.

«Хорошо» – выдержана краткость, ясная и четкая структуризация материала, содержательная точность, отсутствие образных и символических элементов и оригинальности обработки авторского текста. Конспект составлен в соответствии с требованиями оформления.

«Удовлетворительно» – не выдержана краткость изложения конспекта, нарушена логика изложения материала, есть содержательные неточности. Конспект составлен с нарушениями требований оформления.

«Неудовлетворительно» – не выдержана краткость изложения конспекта, логика изложения материала не соответствует тексту источника, много содержательных неточностей. Конспект составлен с нарушениями требований оформления.

**Методические указания к составлению глоссария.** Глоссарий охватывает все узкоспециализированные термины, встречающиеся в тексте. Глоссарий должен содержать не менее 30 терминов, они должны быть перечислены в алфавитном порядке, соблюдена нумерация. Глоссарий должен быть оформлен по принципу реферативной работы, в обязательном порядке присутствует титульный лист и нумерация страниц. Тщательно проработанный глоссарий помогает избежать разночтений и улучшить в целом качество всей документации. В глоссарии включаются самые частотные термины и фразы, а также все ключевые термины с толкованием их смысла. Глоссарии могут содержать отдельные слова, фразы, аббревиатуры и даже целые предложения.

**Требования к оформлению глоссария.** Формат А 4. Ориентация – книжная. Поля: верхнее, нижнее, 20 мм, правое 10мм, левое – 30 мм. Номера страниц – арабскими цифрами, внизу страницы, выравнивание по центру, титульный лист не включается в общую нумерацию. Шрифт – Times New Roman. Размер шрифта – 14 через 1,5 интервал; Расстановка переносов автоматически, абзац – 1, 25, выравнивание по ширине, без отступов.

Титульный лист. Список терминов (понятий), относящихся к содержанию модуля. Термины располагаются в алфавитном порядке. Обязательно указывается ссылка на источник. Используется не менее трех справочных источника.

### **Критерии оценки составления глоссария**

«Отлично» – в словаре представлено не менее 20 терминов, все соответствуют теме, содержание словарных статей представлено развернуто, использовано не менее трех справочных источника. Указаны ссылки на источник. Глоссарий составлен в соответствии с требованиями оформления.

«Хорошо» – в словаре представлено менее 20, но более 15 терминов, все соответствуют теме, содержание словарных статей представлено развернуто, использовано не менее двух справочных источника. Указаны

ссылки на источник. Глоссарий составлен в соответствии с требованиями оформления.

«Удовлетворительно» – в словаре представлено менее 15 терминов, 50% соответствуют теме, содержание словарных статей представлено не вполне развернуто, использовано не менее двух справочных источника. Указаны ссылки на источник. Глоссарий составлен не в полном соответствии с требованиями оформления.

«Неудовлетворительно» – в словаре представлено менее 15 терминов, не все соответствуют теме, содержание словарных статей представлено очень кратко, использован один справочный источник. Указаны ссылки на источник. Глоссарий составлен не в полном соответствии с требованиями оформления.

## **Задание 2 по теме «Тепловое излучение. Фотоэффект»**

Подготовка и выполнение индивидуальному домашнего задания.

### **Индивидуальные домашние задания**

1. В какой области спектра лежит длина волны, соответствующая максимуму излучательной способности Солнца, если температура его поверхности 5800К?

2. Во сколько раз увеличится мощность излучения абсолютно чёрного тела, если максимум излучательной способности переместится от 700,0 до 600,0К?

3. Какова температура печи, если известно, из отверстия в ней площадью 4 см<sup>2</sup> излучается за 1с энергия 22,7 Дж? Излучение считать близким к излучению абсолютно чёрного тела.

## **Методические рекомендации по выполнению и оформлению индивидуальных заданий**

Для решения индивидуальных заданий надо изучить темы, по которым предложено задание. Для этого необходимо найти в литературе необходимый раздел, выписать из него формулы, выучить определения и проштудировать теоремы, которые используются в том и ли ином разделе.

Решение задач следует излагать подробно, вычисления должны располагаться в строгом порядке, при этом рекомендуется отделять вспомогательные вычисления от основных. Чертежи можно выполнять от руки (карандашом), но аккуратно и в соответствии с данными условиями.

Решение каждой задачи должно доводиться до окончательного ответа, которого требует условие, и, по возможности, в общем виде с выводом формулы. В промежуточных вычислениях не следует вводить приближенные значения корней и т.п.

### **Порядок сдачи ИДЗ и его оценка**

Задачи сдаются на проверку в указанные преподавателем сроки. Неверно решенные задания возвращаются на доработку с указанием характера ошибки. Исправленное задание возвращается на проверку вместе с первоначальным вариантом решения.

По результатам проверки студенту выставляется определенное количество баллов, которое входит в общее количество баллов студента, набранных им в течение семестра.

### **Критерии оценки выполнения (защиты)**

#### **индивидуального домашнего задания**

100-86- баллов выставляется, если студент верно решил все задачи, выбрал наиболее оптимальный способ решения, обосновал каждый этап решения задачи, сопровождал решение грамотной записью и речью (при защите в форме собеседования);

85 -76- баллов выставляется, если студент получил верный ответ во всех заданиях, но решение не было строго аргументировано;

75-61 балл- если при решении некоторых заданий возникли затруднения, или при верно полученном ответе нет аргументации, ссылок на соответствующие теоремы

По результатам защиты индивидуальных заданий рекомендуется дать общую оценку результатов, как каждого студента, так и всей группы в целом, обратив особое внимание на следующие аспекты:

- качество подготовки;
- степень усвоения знаний;
- положительные стороны и недостатки в работе студентов;
- задачи и пути устранения недостатков.

### **Задание 3 по теме «Фотоэффект.»**

Подготовка к лабораторной работе по теме «Изучение монохроматора УМ-3»

#### **Требования к подготовке выполнения лабораторной работы:**

1. Изучение теоретического материала по теме выполнения лабораторной работы. Написание краткого конспекта.
2. Изучение методики эксперимента. Выделение цели и задач лабораторной работы, методов исследования.
3. Оформление протокола лабораторной работы.
4. Подготовка отчета к лабораторной работе.
5. Подготовка ответов на контрольные вопросы.

#### **Требования к оформлению протокола к лабораторным работам:**

1. Название лабораторной работы.
2. Рабочие формулы.
3. Таблица результатов измерений и вычислений.
4. Результаты.

#### **Требования к оформлению отчета к лабораторным работам:**

1. Название работы.

2. Приборы и принадлежности.
3. Цель работы.
4. Задание.
5. Расчетные формулы с пояснениями.
6. Рисунок или схема.
7. Константы.
8. Таблица результатов измерений и вычислений.
9. Вычисления.
10. Графическое представление результатов измерений.
11. Оценка погрешностей результатов измерений.
12. Выводы.

### **Критерии оценки подготовки и выполнения лабораторной работы**

#### **Допуск**

Для допуска к работе студент должен иметь протокол с правильно оформленной лабораторной работой. Допуск студентов к выполнению лабораторной работы проводится преподавателем путем устного опроса. К выполнению лабораторной работы допускаются только те студенты, которые: правильно оформили данную работу; знают название и цель работы; понимают сущность явлений и знают законы, которые лежат в основе данной работы и физические формулы, описывающие данные законы; имеют четкое представление, что и каким способом будет измеряться, как устроена и работает установка; знают, какие прямые и косвенные измерения проводятся в данной работе, и как будут рассчитываться погрешности. Студенты, не допущенные к выполнению лабораторной работы, ДОЛЖНЫ ликвидировать на месте замечания и недостатки в подготовке к работе, указанные преподавателем и повторно получить допуск к выполнению работы. Студенты, не получившие допуск к работе в день проведения работы или не явившиеся на занятия, выполняют пропущенную работу на зачетной

неделе согласно расписанию проведения зачетных занятий.

### **Защита лабораторных работ**

К защите лабораторной работы студент обязан: предоставить полностью оформленную лабораторную работу с заполненными таблицами, графиками, расчетами и заключением; знать необходимый теоретический материал; уметь кратко рассказать о содержании проведённого им эксперимента и обосновать выводы, сделанные в заключении; знать типы и виды погрешностей, правила расчета прямых и косвенных измерений; уметь строить графики с учетом погрешностей и записывать результаты измерений, производить вычисления погрешностей прямых и косвенных измерений; уметь быстро приближенно производить оценку точности своих измерений.

### **Критерии выполнения и сдачи лабораторной работы**

Оценка	Критерии
Отлично	Работа выполнена в полном объеме и получены правильные ответы на дополнительные вопросы преподавателя в рамках данной темы и контрольные вопросы
Хорошо	Работа выполнена в полном объеме, но допущены ошибки (неточности) при ответе на дополнительные вопросы преподавателя и контрольные вопросы
Удовлетворительно	Работа выполнена в полном объеме, сделаны правильные выводы, однако, имеются некоторые нарушения требований по оформлению, например, ошибки в оформлении графиков, таблиц или в записи результатов измерений. После указания преподавателя данные недочеты устранены.
Неудовлетворительно	Работа выполнена в неполном объеме, например, не проведены расчеты или проведены неправильно, отдельные результаты неверны, выводы заключения не соответствуют действительности, имеются значительные ошибки в графических данных и т.д. После указания преподавателя основные недочеты устранены, графики исправлены.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

**ШКОЛА ПЕДАГОГИКИ**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
по дисциплине «Квантовая физика»  
**Направление подготовки 44.03.05 Педагогическое образование**  
**(с двумя профилями подготовки)**  
Профиль «Физика и информатика»  
**Форма подготовки очная**

## Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<p>ПК-1                    готовность реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии с требованиями образовательных стандартов</p>	Знает	<ul style="list-style-type: none"> <li>– нормативно-правовую и концептуальную базу содержания предпрофильного и профильного обучения;</li> <li>– стандарт школьного образования по физике, фундаментальное ядро содержания образования по физике и астрономии, школьные программы по физике и астрономии, рекомендованные Министерством образования и науки РФ.</li> <li>– требования к образовательным программам по учебному предмету «Квантовая физика» в соответствии с требованиями образовательных стандартов;</li> <li>– сущность и структуру образовательных программ по учебному предмету «Квантовая физика» в соответствии с требованиями образовательных стандартов</li> </ul>
	Умеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>– осуществлять анализ образовательных программ по учебному предмету «Квантовая физика» в соответствии с требованиями образовательных стандартов;</li> <li>– определять структуру и содержание образовательных программ по учебному предмету «Квантовая физика» в соответствии с требованиями образовательных стандартов;</li> <li>– реализовывать образовательные программы по предмету «Квантовая физика» в соответствии с требованиями образовательных стандартов.</li> </ul>
	Владеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>– методами планирования, разработки и реализации образовательных программ по учебному предмету «Квантовая физика» в соответствии с требованиями образовательных стандартов;</li> <li>– системой теоретических и практических знаний, необходимых для разработки и реализации образовательных программ по учебному предмету «Квантовая физика» в соответствии с требованиями образовательных стандартов.</li> </ul>
<p>СК-3 – владение системой знаний и умений по дисциплинам образовательной программы, необходимых в профессиональной деятельности</p>	Знает	<ul style="list-style-type: none"> <li>– теоретические основы квантовой физики, терминологию, необходимые в профессиональной деятельности учителя физики;</li> <li>– методы экспериментальных и теоретических исследований по дисциплине «Квантовая физика», необходимые в профессиональной деятельности учителя физики;</li> <li>– предметы и объекты исследования квантовой физики необходимые в профессиональной деятельности учителя физики.</li> </ul>
	Умеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>– использовать основные положения квантовой физики в школьном курсе физики;</li> <li>– применять теоретические знания по дисциплине «Квантовая физика» к решению задач, в частности, в школьном курсе физики;</li> <li>– работать с экспериментальными установками по дисциплине «Квантовая физика», необходимыми в профессиональной деятельности учителя физики.</li> </ul>
	Владеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками применения общих методов квантовой физики, необходимых в профессиональной деятельности учителя физики;</li> <li>– навыками решения расчетных и экспериментальных задач</li> </ul>

		по дисциплине «Квантовая физика», необходимыми в профессиональной деятельности учителя физики; – навыками работы с экспериментальными установками и отдельными измерительными (цифровыми) приборами.
--	--	---

### КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Модуль I. Тепловое излучение. Фотоэффект.	ПК-1	Знает	ПР-6 (Лабораторная работа) УО-1 (Собеседование)	УО-1 Вопросы 1-10 к экзамену
			Умеет	ПР-6 (Лабораторная работа) УО-1 (Собеседование) ПР-1 (Тест)	УО-1 Вопросы 11-19 к экзамену
			Владеет	ПР-6 (Лабораторная работа) УО-1 (Собеседование)	УО-1 Вопросы 1-20 к экзамену
2	Модуль II. Элементы квантовой статистики	СК-3	Знает	ПР-6 (Лабораторная работа) УО-1 (Собеседование)	УО-1 Вопросы 20-37 к экзамену
			Умеет	ПР-6 (Лабораторная работа) УО-1 (Собеседование)	УО-1 Вопросы 22-29 к экзамену
			Владеет	ПР-6 (Лабораторная работа) УО-1 (Собеседование)	УО-1 Вопросы 22-37 к экзамену
3	Модуль III Физика атомного ядра и элементарных частиц	СК-3	Знает	ПР-6 (Лабораторная работа) УО-1 (Собеседование)	УО-1 Вопросы 20-37 к экзамену
			Умеет	ПР-6 (Лабораторная работа) УО-1 (Собеседование)	УО-1 Вопросы 22-29 к экзамену
			Владеет	ПР-6 (Лабораторная работа) УО-1 (Собеседование)	УО-1 Вопросы 22-37 к экзамену

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
(ПК- 1) Готовность реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии с требованиями	знает (пороговый уровень)	– нормативно-правовую и концептуальную базу содержания предпрофильного и профильного обучения; – стандарт школьного	– знание нормативно-правовой и концептуальной базы содержания предпрофильного и профильного обучения;	способность объяснить нормативно-правовую и концептуальную базу содержания предпрофильного и профильного обучения;

образовательных стандартов		<p>образования по физике, фундаментальное ядро содержания образования по физике, школьные программы по физике, рекомендованные Министерством образования и науки РФ;</p> <p>– требования к образовательным программам по учебному предмету «Физика» в соответствии с требованиями образовательных стандартов;</p> <p>сущность и структуру образовательных программ по учебному предмету «Физика» в соответствии с требованиями образовательных стандартов</p>	<p>– знание стандарта школьного образования по физике, фундаментального ядра содержания образования по физике, школьных программ по физике, рекомендованных Министерством образования и науки РФ.</p> <p>– знание требований к образовательным программам по учебному предмету «Физика» в соответствии с требованиями образовательных стандартов;</p> <p>– знание сущности и структуры образовательных программ по учебному предмету «Физика» в соответствии с требованиями образовательных стандартов.</p>	<p>– способность объяснить стандарт школьного образования по физике, фундаментальное ядро содержания образования по физике, школьные программы по физике, рекомендованные Министерством образования и науки РФ;</p> <p>– способность объяснить требования к образовательным программам по учебному предмету «Физика» в соответствии с требованиями образовательных стандартов;</p> <p>сущность и структуру образовательных программ по учебному предмету «Физика» в соответствии с требованиями образовательных стандартов.</p>
	умеет (продвину тый)	<p>– осуществлять анализ образовательных программ по учебному предмету «Физика» в соответствии с требованиями образовательных стандартов;</p> <p>– определять структуру и содержание образовательных программ по учебному предмету «Физика» в соответствии с требованиями образовательных стандартов;</p> <p>- реализовывать образовательные программы по предмету «Физика» в соответствии с требованиями образовательных стандартов.</p>	<p>- умение осуществлять анализ образовательных программ по учебному предмету «Физика» в соответствии с требованиями образовательных стандартов;</p> <p>- умение определять структуру и содержание образовательных программ по учебному предмету «Физика» в соответствии с требованиями образовательных стандартов;</p> <p>- умение реализовывать образовательные программы по предмету «Физика» в соответствии с</p>	<p>– способность осуществлять анализ образовательных программ по учебному предмету «Физика» в соответствии с требованиями образовательных стандартов;</p> <p>– способность определять структуру и содержание образовательных программ по учебному предмету «Физика» в соответствии с требованиями образовательных стандартов;</p> <p>– способность реализовывать образовательные программы по предмету «Физика» в соответствии с</p>

			требованиями образовательных стандартов.	требованиями образовательных стандартов.
	владеет (высокий)	– методами планирования, разработки и реализации образовательных программ по учебному предмету «Физика» в соответствии с требованиями образовательных стандартов; – системой теоретических и практических знаний, необходимых для разработки и реализации образовательных программ по учебному предмету «Физика» в соответствии с требованиями образовательных стандартов.	– владение методами планирования, разработки и реализации образовательных программ по учебному предмету «Физика» в соответствии с требованиями образовательных стандартов; – владение системой теоретических и практических знаний, необходимых для разработки и реализации образовательных программ по учебному предмету «Физика» в соответствии с требованиями образовательных стандартов.	- способность эффективно владеть методами планирования, разработки и реализации образовательных программ по учебному предмету «Физика» в соответствии с требованиями образовательных стандартов; - способность эффективно владеть системой теоретических и практических знаний, необходимых для разработки и реализации образовательных программ по учебному предмету «Физика» в соответствии с требованиями образовательных стандартов.
СК-3 владение системой знаний и умений по дисциплинам образовательной программы, необходимых в профессиональной деятельности	знает (пороговый уровень)	– теоретические основы квантовой физики, терминологию, необходимые в профессиональной деятельности учителя физики; – методы экспериментальных и теоретических исследований по дисциплине «Квантовая физика», необходимые в профессиональной деятельности учителя физики; – предметы и объекты исследования квантовой физики необходимые в профессиональной деятельности учителя физики.	– знание теоретических основ квантовой физики, терминологии, необходимых в профессиональной деятельности учителя физики; – знание методов экспериментальных и теоретических исследований по квантовой физике, необходимых в профессиональной деятельности учителя физики; – знание предметов и объектов исследования квантовой физики, необходимых в профессиональной деятельности учителя физики	– способность дать понятие основным положениям квантовой физики, сформулировать основные понятия, необходимые в профессиональной деятельности учителя физики; – способность дать понятие методам экспериментальных и теоретических исследований по дисциплине «Квантовая физика», необходимым в профессиональной деятельности учителя физики; – способность сформулировать предметы и объекты исследования квантовой физики, необходимые в

				профессиональной деятельности учителя физики.
	умеет (продвинутый)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– использовать основные положения квантовой физики в школьном курсе физики;</li> <li>– применять теоретические знания по дисциплине «Квантовая физика» к решению задач, в частности, в школьном курсе физики;</li> <li>– работать с экспериментальными установками по дисциплине «Квантовая физика», необходимыми в профессиональной деятельности учителя физики.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– умение использовать основные положения квантовой физики в школьном курсе физики;</li> <li>– умение применять теоретические знания по дисциплине «Квантовая физика» к решению задач, в частности, в школьном курсе физики;</li> <li>– умение работать с экспериментальными установками по дисциплине «Квантовая физика», необходимыми в профессиональной деятельности учителя физики.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– способность самостоятельно использовать основные положения квантовой физики в школьном курсе физики;</li> <li>– способность самостоятельно применять теоретические знания по дисциплине «Квантовая физика» к решению задач, в частности, в школьном курсе физики;</li> <li>– способность самостоятельно работать с экспериментальными установками по дисциплине «Квантовая физика», необходимыми в профессиональной деятельности учителя физики.</li> </ul>
	владеет (высокий)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками применения общих методов квантовой физики, необходимых в профессиональной деятельности учителя физики;</li> <li>– навыками решения расчетных и экспериментальных задач по дисциплине «Квантовая физика», необходимыми в профессиональной деятельности учителя физики;</li> <li>– навыками работы с экспериментальными установками и отдельными измерительными (цифровыми) приборами.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– владение методами квантовой физики, необходимыми в профессиональной деятельности учителя физики;</li> <li>– владение навыками решения расчетных и экспериментальных задач по дисциплине «Квантовая физика», необходимыми в профессиональной деятельности учителя физики;</li> <li>– владение навыками работы с экспериментальными установками и отдельными измерительными (цифровыми) приборами.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– способность эффективно владеть методами квантовой физики, необходимыми в профессиональной деятельности учителя физики;</li> <li>– способность эффективно владеть навыками решения расчетных и экспериментальных задач по дисциплине «Квантовая физика», необходимыми в профессиональной деятельности учителя физики;</li> <li>– способность эффективно владеть навыками работы с экспериментальными установками и отдельными измерительными (цифровыми) приборами.</li> </ul>

## **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

**Промежуточная аттестация студентов.** Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Квантовая физика» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

По дисциплине «Квантовая физика» предусмотрены следующие виды промежуточной аттестации: **экзамен.**

Выполнение контрольных работ, выполнение и защита индивидуальных работ, расчетно-графических работ являются необходимым условием положительной оценки итоговой аттестации студента по дисциплине.

**Текущая аттестация студентов.** Текущая аттестация по дисциплине «Квантовая физика» проводится в форме контрольных мероприятий (защиты индивидуальных работ, контрольных работ) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Степень усвоения теоретических знаний выявляется в ходе устной защиты индивидуального задания, устного ответа на вопросы.

Уровень овладения практическими умениями и навыками выявляется по результатам выполнения индивидуальных домашних заданий, контрольных работ, активности на практических занятиях и семинарах. Индивидуальная работа должна быть выполнена в установленный срок, в

отдельной тетради, решение задач должно сопровождаться необходимыми пояснениями, рисунки должны быть выполнены аккуратно. Неверно решенные задания возвращаются на доработку с указанием характера ошибки. Исправленное задание возвращается на проверку вместе с первоначальным вариантом решения. Защита индивидуальных заданий проводится только после правильного выполнения всех заданий.

О результатах самостоятельной работы студентов можно судить в ходе устных ответов студентов, защите индивидуальных работ, прохождения теста, сдачи коллоквиума.

При проведении аттестации студентов важно всегда помнить, что систематичность, объективность, аргументированность - главные принципы, на которых основаны контроль и оценка знаний студентов.

Знание критериев оценки знаний обязательно для преподавателя и студента.

### **Оценочные средства для промежуточной аттестации Вопросы к экзамену**

1. Тепловое излучение. Закон Киргофа, закон Стефана – Больцмана, закон Вина.
2. Квантовая теория излучения. Формула Планка. Вывод законов излучения абсолютно черного тела из теории излучения Планка.
3. Фотоэффект. Уравнение Эйнштейна, релятивистский и внутренний фотоэффект.
4. Эффект Комптона.
5. Рентгеновское излучение. Тормозное и характеристическое излучение. Закон Мозли.
6. Опыты по дифракции электронов. Волны де Бройля. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.
7. Опыты Резерфорда. Планетарная модель атома. Линейчатые спектры. Постулаты Бора. Опыты Франка – Герца.

8. Энергия электрона в атоме водорода. Спектр излучения водорода и водородоподобных атомов.
9. Уравнение Шредингера. Волновая функция и ее физический смысл. Решение уравнение Шредингера для свободного электрона.
10. Электрон в потенциальной яме и его энергетический спектр. Вырожденные энергетические состояния.
11. Отражение электрона от потенциальных барьеров. Туннельный эффект.
12. Статистика распределения электронов в металлах. Функция распределения Ферми – Дирака.
13. Уровень для электронов в металлах. Средняя энергия электронов при  $T=0$ .
14. Распределения электронов в металлах при  $T \neq 0$ . Теплоемкость электронного газа.
15. Классическая теория металлов. Электропроводность и теплоемкость металлов. Закон Видемана – Франца.
16. Зонная теория твердых тел. Образование энергетических зон в кристаллических твердых телах.
17. Металлы, диэлектрики, полупроводники с точки зрения зонной теории.
18. Периодическая система Д.И. Менделеева.
19. Собственные и примесные полупроводники. Уровень Ферми в собственных полупроводниках.
20. Концентрация носителей в собственных полупроводниках.
21. Электропроводность собственных и примесных полупроводников. Определение ширины запрещенной зоны.
22. Эффект Холла в собственных и примесных полупроводниках.
23. Состав ядра. Ядерные силы. Дефект масс и энергия связи.
24. Оболочечная и капельная модель ядра.
25. Радиоактивный распад. Правило смещения. Закон радиоактивного распада.
26. Закономерности  $\alpha$  – распада.

27.  $\beta$ -распад. Обнаружение нейтрино и антинейтрино.  
28.  $\gamma$ -излучение и его свойства.  
29. Ядерные реакции. Цепная реакция деления ядер. Ядерная энергетика.  
30. Реакции синтеза атомных ядер. Проблема управляемых термоядерных реакций.

### Образец экзаменационного билета

#### МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

«Дальневосточный федеральный университет»

Школа Педагогика

ООП 44.03.05 Физика и Информатика

Дисциплина Квантовая физика

Форма обучения очная

Семестр 2 осенний 20.. – 20.. учебного года

Реализующая кафедра математики, физики и методики преподавания

#### Экзаменационный билет № 1

1. Уровень для электронов в металлах. Средняя энергия электронов при  $T=0$ .
2. Распределения электронов в металлах при  $T \neq 0$ . Теплоемкость электронного газа.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса, направленных на проверку теоретического программного материала, проверку умений проводить доказательства теорем.

**Критерии выставления оценки студенту на зачете/ экзамене  
по дисциплине «Квантовая физика»**

<b>Баллы</b>	<b>Оценка зачета/ экзамена</b>	<b>Требования к сформированным компетенциям</b>
100-86	«зачтено»/ «отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно проводит доказательство теорем, умеет тесно увязывать теорию с решением задач, свободно справляется с вопросами, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач, сопровождает решение грамотной краткой записью.
85-76	«зачтено»/ «хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно проводит доказательство теорем, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
61-75	«зачтено»/ «удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания материала на уровне формулировок, умеет проводить доказательства основных теорем, умеет решать типовые задачи и упражнения.
Менее 60	«не зачтено»/ «неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, не может дать чётких определений и формулировок теорем, с большими затруднениями выполняет практические упражнения.

**Оценочные средства для текущей аттестации**

Для этой дисциплины используются следующие оценочные средства:

- 1) Устный опрос (УО):
  - ✓ Собеседование (УО-1)
- 2) Письменные работы (ПР):
  - ✓ Тест (ПР-1)
  - ✓ Лабораторные работы (ПР-6)

**Контрольно – измерительные материалы**

### Вариант первой контрольной работы.

1. Температура абсолютно черного тела изменилась от  $1000^{\circ}\text{K}$  до  $3000^{\circ}\text{K}$ . Во сколько раз увеличилась его энергетическая светимость? На сколько изменилась длина волны, на которую приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости.
2. Какую мощность надо подводить к зачерненному металлическому шарик радиусом 2 см, чтобы поддерживать его температуру на  $27^{\circ}$  выше температуры окружающей среды? Температура окружающей среды равна  $20^{\circ}\text{C}$ .
3. Определить длину волны падающего излучения на поверхность металла, если скорость вырванных фотоэлектронов равна  $9 \cdot 10^7 \text{ м/с}$ .
4. Фотон с энергией  $0,46 \text{ МэВ}$  рассеялся под углом  $\theta = 120^{\circ}$  на покоящемся электроны. Найти энергию рассеянного фотона и энергию, переданную электрону.
5. Определить потенциальную, кинетическую и полную энергию электрона, находящегося на первом энергетическом уровне атома водорода.

### Вариант второй контрольной работы

1. Заряженная частица, ускоренная разностью потенциалов  $200 \text{ В}$ , имеет длину волны де Бройля равную  $0,0202 \text{ \AA}$ . Найти массу этой частицы, если известно, что заряд ее равен заряду электрона.
2. Используя соотношение неопределенностей, оценить наименьшие ошибки в определении скорости электрона и протона, если координаты центра масс этих частиц установлены с неопределенностью  $10^{-6} \text{ м}$ .
3. Электрон находится в основном состоянии в потенциальном ящике шириной  $l$ . Вычислить вероятность нахождения электрона в интервале  $0 \leq x \leq 0,01 l$ .
4. Вычислить суммарную кинетическую энергию электронов проводимости в  $1 \text{ см}^3$  цезия при  $T = 0^{\circ}\text{K}$ .

5. Плотность тока в алюминиевом проводе равна  $1 \text{ А/мм}^2$ . Найти скорость дрейфа электронов, предполагая, что число свободных электронов в  $1 \text{ см}^3$  алюминия равно числу атомов.

### Критерий оценки контрольной работы по дисциплине

#### «Квантовая физика»

Оценки за решение контрольной работы			
Оценка	удовлетворительно	хорошо	отлично
Количество правильных ответов в %	33%	66%	100%
Количество правильных ответов	1	2	3

#### Вопросы теста по квантовой физике

1. Какому условию должна удовлетворять длина волны света  $\lambda$ , падающего на поверхность металла, чтобы началось явление фотоэффекта?

$A$  – работа выхода;

$h$  – постоянная Планка;

$\nu$  – частота;

$E_k$  – энергия электрона.

- 1)  $\lambda \geq A/h$
- 1)  $\lambda \leq hc/A$
- 2)  $\lambda > E_k/h$
- 3)  $\lambda > hc/A$

2. Каким выражением определяется импульс фотона с энергией  $E$ ?

- 1)  $c / E$
- 1)  $h\nu / E$
- 2)  $E / hc$
- 3)  $E / c$

3. Лазер полезной мощностью  $30 \text{ Вт}$  испускает каждую секунду  $10^{20}$  фотонов. Определите длину волны излучения лазера (мкм).  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

- 1)  $0,66$
- 1)  $0,99$
- 2)  $1,98$
- 3)  $0,78$

4. В каких единицах измеряется постоянная Планка?

- 1) Дж
- 1) Дж/с
- 2) Дж•с
- 3) Дж/м

5. Сколько фотонов каждую секунду испускает источник монохроматического света с длиной волны  $660 \text{ нм}$  и мощностью  $20 \text{ Вт}$ ?  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

- 1)  $6,7 \cdot 10^{19}$
- 1)  $5 \cdot 10^{20}$
- 2)  $10^{20}$

- 3)  $6,7 \cdot 10^{21}$

6. Мощность светового луча лазера, работающего на волне длиной  $6,6 \cdot 10^{-7}$  м, равна 2 Вт. Сколько фотонов излучает лазер за 1 с?  $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$  Дж•с

- 1)  $6,6 \cdot 10^{18}$
- 1)  $10^{18}$
- 2)  $3,3 \cdot 10^{18}$
- 3)  $2,5 \cdot 10^{21}$

7. Определите импульс фотона (кг•м)/с, длина волны которого  $4,41 \cdot 10^{-7}$  м? ( $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$  Дж•с)

- 1)  $1,5 \cdot 10^{-27}$
- 1)  $2,21 \cdot 10^{-26}$
- 2)  $1,5 \cdot 10^{-41}$
- 3)  $2,21 \cdot 10^{-41}$

8. Какое из приведенных выражений соответствует массе фотона с длиной волны  $\lambda$ ?

- 1)  $h / \lambda c$
- 1)  $hc / \lambda$
- 2)  $h\lambda c$
- 3)  $h\lambda c^2$

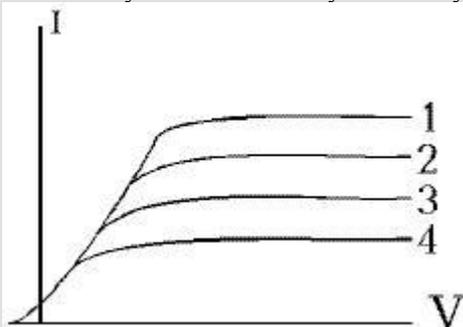
9. Чему равна красная граница (м) фотоэффекта для вещества с работой выхода электронов  $6 \cdot 10^{-19}$  Дж.  $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$  Дж•с.

- 1)  $6,6 \cdot 10^{-8}$
- 1)  $3,3 \cdot 10^{-7}$
- 2)  $3 \cdot 10^{-7}$
- 3)  $6,6 \cdot 10^{-6}$

10. Работа выхода для серебра составляет  $6 \cdot 10^{-19}$  Дж. Определите красную границу фотоэффекта (нм).  $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$  Дж•с,  $c = 3 \cdot 10^8$  м/с.

- 1) 200
- 1) 500
- 2) 460
- 3) 330

11. На рисунке приведены вольтамперные характеристики вакуумного фотоэлемента. Какая характеристика соответствует минимальному световому потоку, падающему на фотокатод.



- 1) 3
- 1) 2
- 2) 1
- 3) 4

12. Определите массу фотона (кг) с длиной волны 100 нм.  $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$  Дж•с.

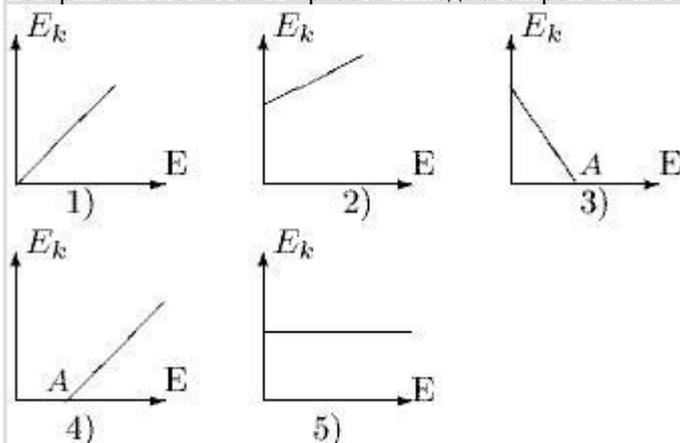
- 1)  $4,4 \cdot 10^{-35}$
- 1)  $2,2 \cdot 10^{-33}$

- 2)  $4,4 \cdot 10^{-34}$
- 3)  $2,2 \cdot 10^{-35}$

13. Каков импульс фотона (кг•м/с) излучения с длиной волны  $3,31 \cdot 10^{-9}$  м ( $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$  Дж•с)?

- 1)  $2 \cdot 10^{-19}$
- 1)  $10^{-26}$
- 2)  $2 \cdot 10^{-42}$
- 3)  $2 \cdot 10^{-25}$

14. На каком из приведенных графиков правильно отражена зависимость максимальной кинетической энергии ( $E_k$ ) электрона, вылетающего с поверхности металла, от энергии фотона ( $E$ ), падающего на поверхность металла? А - работа выхода электрона из металла.



- 1) 1
- 1) 2
- 2) 3
- 3) 4

15. На абсолютно черную поверхность перпендикулярно к ней падает свет. Чему равен импульс, переданный телу при поглощении одного фотона?

- 1)  $h\nu/n$
- 1)  $h\nu/c$
- 2)  $2h\nu/c$
- 3)  $hc/l$

16. Чему равен импульс фотона (кг•м/с), испущенного атомом при переходе электрона из одного состояния в другое, отличающееся по энергии на  $4,8 \cdot 10^{-19}$  Дж?

- 1)  $1,5 \cdot 10^{-24}$
- 1)  $1,6 \cdot 10^{-27}$
- 2)  $3 \cdot 10^{-25}$
- 3)  $1 \cdot 10^{-27}$

17. Какова максимальная частота рентгеновского излучения из рентгеновской трубки (Гц), работающей под напряжением 33 кВ?  $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$  Дж•с

- 1)  $4 \cdot 10^{18}$
- 1)  $8 \cdot 10^{17}$
- 2)  $2 \cdot 10^{18}$
- 3)  $8 \cdot 10^{18}$

18. Определите импульс фотона (кг•м/с), длина волны которого равна 500 нм.  $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$  Дж•с

- 1)  $2,7 \cdot 10^{-27}$
- 1)  $2,6 \cdot 10^{-26}$
- 2)  $1,3 \cdot 10^{-25}$

- 3)  $1,3 \cdot 10^{-27}$

19. Определите красную границу фотоэффекта (н, Гц) для вещества с работой выхода  $3 \cdot 10^{-19}$  Дж.  $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$  Дж•с.

- 1)  $1,5 \cdot 10^{15}$
- 1)  $4,5 \cdot 10^{14}$
- 2)  $1,5 \cdot 10^{14}$
- 3)  $4,5 \cdot 10^{15}$

20. Что такое фотон? Это ...

- 1) нейтральная частица, способная перемещаться в пустоте со скоростью от 200 до 300 тысяч км/с
- 1) частица, обладающая массой электрона, но имеющая заряд противоположного знака
- 2) квант электромагнитного излучения
- 3) "дырка" в твердом теле

21. Какое из перечисленных ниже оптических явлений получило объяснение на основе квантовой теории света?

- 1) дифракция
- 1) дисперсия
- 2) фотоэффект
- 3) интерференция

22. Определите массу фотона (кг) с длиной волны 220 нм.  $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$  Дж•с

- 1)  $3 \cdot 10^{-36}$
- 1)  $1,6 \cdot 10^{-36}$
- 2)  $1 \cdot 10^{-35}$
- 3)  $1,5 \cdot 10^{-36}$

23. Какова энергия фотона (эВ) излучения с длиной волны  $10^{-7}$  м ( $h = 4 \cdot 10^{-15}$  эВ•с)?

- 1) 2
- 1) 4
- 2) 8
- 3) 12

24. Формула Эйнштейна для фотоэффекта, выраженная через длину волны падающего света, имеет вид...

- 1)  $h\lambda/c = A + m^2/2$
- 1)  $h/c = \lambda(A + m^2/2)$
- 2)  $h\lambda = A/m^2$
- 3)  $hc = \lambda(A + m^2/2)$

25. Как изменится максимальная энергия фотоэлектронов, если, не меняя частоты падающего света, увеличить его интенсивность в 2 раза?

- 1) уменьшится в 2 раза
- 1) не изменится
- 2) увеличится в 4 раза
- 3) увеличится в 2 раза

26. Точечный источник света мощностью 66 Вт излучает фотоны с длиной волны 400 нм. Сколько фотонов проходит каждую секунду через  $1 \text{ м}^2$  поверхности, расположенной перпендикулярно пучку на расстоянии 9 м от источника?  $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$  Дж•с,  $c = 3 \cdot 10^8$  м/с.

- 1)  $25,7 \cdot 10^{16}$
- 1)  $1,3 \cdot 10^{17}$
- 2)  $1,64 \cdot 10^{16}$
- 3)  $6,73 \cdot 10^{16}$

27. Точечный источник света мощностью 66 Вт излучает фотоны с длиной волны 300 нм. Сколько фотонов проходит каждую секунду через  $1 \text{ м}^2$  поверхности, расположенной перпендикулярно пучку на расстоянии 11 м от источника?  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$ ,  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ .

- 1)  $6,73 \cdot 10^{16}$
- 1)  $25,7 \cdot 10^{16}$
- 2)  $3,26 \cdot 10^{16}$
- 3)  $6,55 \cdot 10^{16}$

28. Точечный источник света мощностью 66 Вт излучает фотоны с длиной волны 500 нм. Сколько фотонов проходит каждую секунду через  $1 \text{ м}^2$  поверхности, расположенной перпендикулярно пучку на расстоянии 7 м от источника?  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$ ,  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ .

- 1)  $1,64 \cdot 10^{16}$
- 1)  $3,26 \cdot 10^{16}$
- 2)  $25,7 \cdot 10^{16}$
- 3)  $2,7 \cdot 10^{17}$

29. Точечный источник света мощностью 33 Вт излучает фотоны с длиной волны 700 нм. Сколько фотонов проходит каждую секунду через  $1 \text{ м}^2$  поверхности, расположенной перпендикулярно пучку на расстоянии 3 м от источника?  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$ ,  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ .

- 1)  $6,73 \cdot 10^{16}$
- 1)  $3,26 \cdot 10^{16}$
- 2)  $10^{18}$
- 3)  $1,64 \cdot 10^{16}$

30. Точечный источник света мощностью 66 Вт излучает фотоны с длиной волны 700 нм. Сколько фотонов проходит каждую секунду через  $1 \text{ м}^2$  поверхности, расположенной перпендикулярно пучку на расстоянии 3 м от источника?  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$ ,  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ .

- 1)  $2 \cdot 10^{18}$
- 1)  $15,8 \cdot 10^{16}$
- 2)  $2,45 \cdot 10^{16}$
- 3)  $4,89 \cdot 10^{16}$

31. Точечный источник света мощностью 99 Вт излучает фотоны с длиной волны 300 нм. Сколько фотонов проходит каждую секунду через  $1 \text{ м}^2$  поверхности, расположенной перпендикулярно пучку на расстоянии 11 м от источника?  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$ ,  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ .

- 1)  $15,8 \cdot 10^{16}$
- 1)  $9,8 \cdot 10^{16}$
- 2)  $51,3 \cdot 10^{16}$
- 3)  $4,89 \cdot 10^{16}$

32. Точечный источник света мощностью 99 Вт излучает фотоны с длиной волны 400 нм. Сколько фотонов проходит каждую секунду через  $1 \text{ м}^2$  поверхности, расположенной перпендикулярно пучку на расстоянии 9 м от источника?  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$ ,  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ .

- 1)  $15,8 \cdot 10^{16}$
- 1)  $51,3 \cdot 10^{16}$
- 2)  $2,45 \cdot 10^{16}$
- 3)  $1,96 \cdot 10^{16}$

33. Точечный источник света мощностью 99 Вт излучает фотоны с длиной волны 600 нм. Сколько фотонов проходит каждую секунду через  $1 \text{ м}^2$  поверхности, расположенной перпендикулярно пучку на расстоянии 5 м от источника?  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$ ,  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ .

- 1)  $4,89 \cdot 10^{16}$
- 1)  $9,5 \cdot 10^{17}$
- 2)  $77 \cdot 10^{16}$

- 3)  $10,1 \cdot 10^{16}$

34. Точечный источник света мощностью 99 Вт излучает фотоны с длиной волны 700 нм. Сколько фотонов проходит каждую секунду через  $1 \text{ м}^2$  поверхности, расположенной перпендикулярно пучку на расстоянии 3 м от источника?  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$ ,  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ .

- 1)  $23,8 \cdot 10^{16}$
- 1)  $10,1 \cdot 10^{16}$
- 2)  $3 \cdot 10^{18}$
- 3)  $4,89 \cdot 10^{16}$

35. Точечный источник света мощностью 66 Вт излучает фотоны с длиной волны 600 нм. Сколько фотонов проходит каждую секунду через  $1 \text{ м}^2$  поверхности, расположенной перпендикулярно пучку на расстоянии 5 м от источника?  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$ ,  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ .

- 1)  $6,3 \cdot 10^{17}$
- 1)  $51,3 \cdot 10^{16}$
- 2)  $2,45 \cdot 10^{16}$
- 3)  $4,89 \cdot 10^{16}$

36. Точечный источник света мощностью 33 Вт излучает фотоны с длиной волны 600 нм. Сколько фотонов проходит каждую секунду через  $1 \text{ м}^2$  поверхности, расположенной перпендикулярно пучку на расстоянии 5 м от источника?  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$ ,  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ .

- 1)  $3,37 \cdot 10^{16}$
- 1)  $3,17 \cdot 10^{17}$
- 2)  $99 \cdot 10^{16}$
- 3)  $1,63 \cdot 10^{16}$

37. Точечный источник света мощностью 99 Вт излучает фотоны с длиной волны 500 нм. Сколько фотонов проходит каждую секунду через  $1 \text{ м}^2$  поверхности, расположенной перпендикулярно пучку на расстоянии 7 м от источника?  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$ ,  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ .

- 1)  $77 \cdot 10^{16}$
- 1)  $4,89 \cdot 10^{16}$
- 2)  $23,8 \cdot 10^{16}$
- 3)  $4 \cdot 10^{17}$

38. Точечный источник света мощностью 9,9 Вт излучает фотоны с длиной волны 400 нм. Сколько фотонов проходит каждую секунду через  $1 \text{ м}^2$  поверхности, расположенной перпендикулярно пучку на расстоянии 4 м от источника?  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$ ,  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ .

- 1)  $6,2 \cdot 10^{15}$
- 1)  $4,6 \cdot 10^{15}$
- 2)  $7,4 \cdot 10^{16}$
- 3)  $9,9 \cdot 10^{16}$

39. Точечный источник света мощностью 6,6 Вт излучает фотоны с длиной волны 500 нм. Сколько фотонов проходит каждую секунду через  $1 \text{ м}^2$  поверхности, расположенной перпендикулярно пучку на расстоянии 6 м от источника?  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$ ,  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ .

- 1)  $5 \cdot 10^{16}$
- 1)  $2,3 \cdot 10^{15}$
- 2)  $1,65 \cdot 10^{16}$
- 3)  $3,7 \cdot 10^{16}$

40. Точечный источник света мощностью 6,6 Вт излучает фотоны с длиной волны 300 нм. Сколько фотонов проходит каждую секунду через  $1 \text{ м}^2$  поверхности, расположенной перпендикулярно пучку на расстоянии 2 м от источника?  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$ ,  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ .

- 1)  $1,65 \cdot 10^{16}$
- 1)  $2,3 \cdot 10^{15}$

- 2)  $9,2 \cdot 10^{15}$
- 3)  $2 \cdot 10^{17}$

41. Точечный источник света мощностью 6,6 Вт излучает фотоны с длиной волны 700 нм. Сколько фотонов проходит каждую секунду через  $1 \text{ м}^2$  поверхности, расположенной перпендикулярно пучку на расстоянии 10 м от источника?  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$ ,  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ .

- 1)  $1,85 \cdot 10^{16}$
- 1)  $6,2 \cdot 10^{15}$
- 2)  $7,4 \cdot 10^{16}$
- 3)  $2,48 \cdot 10^{16}$

42. Точечный источник света мощностью 6,6 Вт излучает фотоны с длиной волны 400 нм. Сколько фотонов проходит каждую секунду через  $1 \text{ м}^2$  поверхности, расположенной перпендикулярно пучку на расстоянии 4 м от источника?  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$ ,  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ .

- 1)  $6,6 \cdot 10^{16}$
- 1)  $5 \cdot 10^{16}$
- 2)  $2,3 \cdot 10^{15}$
- 3)  $9,2 \cdot 10^{15}$

43. Точечный источник света мощностью 9,9 Вт излучает фотоны с длиной волны 300 нм. Сколько фотонов проходит каждую секунду через  $1 \text{ м}^2$  поверхности, расположенной перпендикулярно пучку на расстоянии 2 м от источника?  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$ ,  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ .

- 1)  $4,6 \cdot 10^{15}$
- 1)  $6,2 \cdot 10^{15}$
- 2)  $3 \cdot 10^{17}$
- 3)  $2,48 \cdot 10^{16}$

44. Точечный источник света мощностью 9,9 Вт излучает фотоны с длиной волны 500 нм. Сколько фотонов проходит каждую секунду через  $1 \text{ м}^2$  поверхности, расположенной перпендикулярно пучку на расстоянии 6 м от источника?  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$ ,  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ .

- 1)  $2,48 \cdot 10^{16}$
- 1)  $5,5 \cdot 10^{16}$
- 2)  $9,3 \cdot 10^{15}$
- 3)  $6,9 \cdot 10^{15}$

45. Точечный источник света мощностью 9,9 Вт излучает фотоны с длиной волны 600 нм. Сколько фотонов проходит каждую секунду через  $1 \text{ м}^2$  поверхности, расположенной перпендикулярно пучку на расстоянии 8 м от источника?  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$ ,  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ .

- 1)  $2,48 \cdot 10^{16}$
- 1)  $3,7 \cdot 10^{16}$
- 2)  $6,9 \cdot 10^{15}$
- 3)  $1,37 \cdot 10^{15}$

46. Точечный источник света мощностью 9,9 Вт излучает фотоны с длиной волны 700 нм. Сколько фотонов проходит каждую секунду через  $1 \text{ м}^2$  поверхности, расположенной перпендикулярно пучку на расстоянии 10 м от источника?  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$ ,  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ .

- 1)  $2,8 \cdot 10^{16}$
- 1)  $9,3 \cdot 10^{15}$
- 2)  $2,48 \cdot 10^{16}$
- 3)  $1,37 \cdot 10^{16}$

47. Точечный источник света мощностью 33 Вт излучает фотоны с длиной волны 500 нм. Сколько фотонов проходит каждую секунду через  $1 \text{ м}^2$  поверхности, расположенной перпендикулярно пучку на расстоянии 7 м от источника?  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$ ,  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ .

- 1)  $1,63 \cdot 10^{16}$

- 1)  $7,9 \cdot 10^{16}$
- 2)  $1,35 \cdot 10^{17}$
- 3)  $99 \cdot 10^{16}$

48. Точечный источник света мощностью 33 Вт излучает фотоны с длиной волны 300 нм. Сколько фотонов проходит каждую секунду через  $1 \text{ м}^2$  поверхности, расположенной перпендикулярно пучку на расстоянии 11 м от источника?  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$ ,  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ .

- 1)  $3,29 \cdot 10^{16}$
- 1)  $1,63 \cdot 10^{16}$
- 2)  $3,37 \cdot 10^{16}$
- 3)  $7,9 \cdot 10^1$

49. Точечный источник света мощностью 33 Вт излучает фотоны с длиной волны 400 нм. Сколько фотонов проходит каждую секунду через  $1 \text{ м}^2$  поверхности, расположенной перпендикулярно пучку на расстоянии 9 м от источника?  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$ ,  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ .

- 1)  $6,5 \cdot 10^6$
- 1)  $99 \cdot 10^6$
- 2)  $3,37 \cdot 10^6$
- 3)  $7,9 \cdot 10^6$

50. Какую энергию должен иметь фотон (МэВ), чтобы его масса стала равной массе покоя электрона?

- 1) 1
- 1) 10
- 2) 0,511
- 3) 0,3

## Критерий оценки теста по дисциплине

### «Квантовая физика»

Оценки за тест из 50 вопросов с выбором одного правильного			
Оценка	удовлетворительно	хорошо	отлично
Количество правильных ответов в %	55% - 69%	70% - 84%	85% - 100%
Количество правильных ответов	15 - 25	25 - 39	40 - 50

### Вопросы для собеседования:

(1) Время, необратимость, энтропия и информация

(a) Является ли необратимость фундаментальным фактором для описания классического мира?

(b) Как необратимость связана с квантовым измерением?

(c) Что можно узнать о квантовой физике, используя понятие информации?

(2) Соотношения между квантами и классикой

- (a) Возникает ли классический мир из квантового, и, если да, то какие концепции необходимы для описания этого перехода?
  - (b) Как мы должны понимать переход от наблюдения к действию, основанному на полученной информации?
  - (c) Как может “одномировая” реалистическая интерпретация квантовой теории быть совместимой с нелокальностью и специальной теорией относительности?
- (3) Эксперименты по исследованию оснований квантовой физики
- (a) Какие эксперименты могут позволить изучение макроскопических суперпозиций, включая проверки неравенств Леггетта-Гарга?
  - (b) Какие эксперименты полезны для больших сложных систем, включая технологические и биологические системы?
  - (c) Как можно осуществить экспериментальный мониторинг прогрессивного коллапса волновой функции?
- (4) Квантовая физика на теоретическом ландшафте
- (a) Какие подходы лидируют в категориях – теоретической, информационной, геометрической и операциональной при формулировке квантовой теории?
  - (b) Каковы продуктивные эвристики для переосмысления квантовой теории?
  - (c) Как квантовая физика соотносится с пространством-временем и массой-энергией?
- (5) Взаимодействие с проблемами философии
- (a) Как различные аспекты понятия реальности влияют на нашу оценку различных интерпретаций квантовой теории?

(b) Как различные концепции вероятности проявляют себя в интерпретации квантовой теории?

### **Критерии оценки собеседования:**

✓ 100-85 баллов - если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

✓ 85-76 - баллов - ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

✓ 75-61 - балл – оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

✓ 60-50 баллов – ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.