

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Электронные приборы и устройства»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

Б.1.2.5 «Квантовая механика и статическая физика»

направления подготовки

11.03.04 «Электроника и микроэлектроника» (ЭЛНЭ)

Профиль - Электронные приборы и устройства

форма обучения – очная

курс – 3

семестр – 5

зачетных единиц – 5

часов в неделю – 3

всего часов – 180

в том числе:

лекции – 18

практические занятия- 36

самостоятельная работа – 126

экзамен-семестр-5

1. Цели и задачи дисциплины

1. Цель преподавания дисциплины:

1.1 Цель преподавания дисциплины- изучение основных законов и математического аппарата квантовой механики и статистической физики, формирование навыков применения этих законов для анализа динамики микрочастиц и физических свойств равновесных макроскопических систем, обучение решению конкретных задач квантовой механики и статистической физики

1.2 Дисциплина базируется на знании основ курсов: высшая математика, физика.

1.3 Дисциплина является ознакомительной при изучении физических свойств равновесных макроскопических систем.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина непосредственно связана с предшествующим изучением дисциплин бакалаврского плана «Методы математической физики», а также базовым курсом «Физика».

3. Требование к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций: способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-2).

Бакалавр должен знать: основные понятия, законы и наиболее важные элементы математического аппарата квантовой механики и статистической физики.

Бакалавр должен уметь: уметь анализировать динамику электронов, атомов и других микрообъектов с использованием представлений и законов квантовой механики; исследовать свойства макроскопических систем методами равновесной статистической механики.

Бакалавр должен владеть: основными математическими методами нерелятивистской квантовой механики и статистической физики.

4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам

и видам занятий

№ Мо-ду-ля	№ Неде-ли	№ Те-мы	Наименование темы	Часы					
				Всего	Лек-ции	Коллок-виумы	Лабора-торные	Прак-тичес-кие	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5 семестр									
1	1-2	1	Основные представления квантовой механики. Элементы математического аппарата. Уравнение Шредингера. Вероятности переходить в квантовых системах. Вероятностный метод расчета населенностей уровней квантовых систем.	40	2			8	30
1	3-6	2	Атом водорода. Спин, электрон в магнитном поле. Теория возмущения, зависящая от времени и независящая от времени. Эффекты Зеемана, Штарка, явление Шоттки. Системы многих частиц.	44	6			10	28
1	7-10	3	Элементы теории рассеяния. Основные представления статистической физики. Эффекты насыщения при распространении электромагнитных волн в квантовой статистике.	44	5			8	30
2	11-14	4	Распределение Гиббса. Распределение Максвелла и Больцмана.	37	2			6	30
2	15-18	5	Большое каноническое распределение. Квантовые статистические распределения.	51	3			4	44

			Статистическая механика вырожденного ферми-газа. Формула Планка.						
Всего				216	18			36	162

5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	1	1	Основные представления квантовой механики. Элементы математического аппарата	[1,5]
1	1	2	Основные идеи квантовой механики. Уравнение Шредингера. Квантование физических величин в квантовой механике.	[1,5]
2	3	3	Квантовый гармонический осциллятор	[3,5]
2	1	4	Теория возмущений, зависящая от времени	[2,5]
2	2	5	Теория возмущений, независящая от времени	[5]
3	3	6	Описание физических систем состоящих из большого числа частиц (классическое рассмотрение)	[2,5]
3	2	7	Распределение Максвелла и Больцмана	[1,6]
4	2	8	Расчет статистических параметров в статистической физике	[2,6]
5	3	9	Заключительная лекция. Виды статистики частиц отличающихся величиной спина	[1,6]

6. Содержание коллоквиумов

Не предусмотрены учебным планом.

7. Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	№ занятия	Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	4	1,2	Время жизни возбужденных состояний	[1,3]
1	4	3,4	Дипольные переходы. Гармонический осциллятор	[2,3]
2	4	5,6	Квантовые числа квантовых систем, Принцип Паули	[1,3]
2	6	7-9	Сложение моментов количества движения. Связь Рассел-Саундерса. Термы электронных конфигураций	[2]
3	4	10,11	Система уравнений баланса частиц при термодинамическом равновесии и решение уравнений баланса для двух, трех и четырех уровневых квантовых систем	[1,3]
3	4	12,13	Эффекты насыщения в квантовой механике	[2,3]

4	2	14	Законы сохранения моментов количества движения и энергии статистической физики	[1]
4	4	15,16	Теория возмущений в статистической физике, упругие и не упругие соударения	[5]
5	4	17,18	Квантовые переходы в двух уровневой системе с учетом квантования поля: доказательства тождественности индуцированных фотонов падающим	[3]

Методические указания приведены в соответствующем разделе ИОС [10].

8. Перечень лабораторных работ

Не предусмотрены учебным планом.

9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего Часов	Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	14	Функции распределения	[1]
1	16	Свойства водородоподобного атома	[1,2,5]
2	12	Полуэмпирические методы	[5]
2	8	Каноническое распределение Гиббса	[1,2]
3	20	Распределение Максвелла	[1]
4	18	Распределение Больцмана в классической статистике	[3]
4	6	Распределение Ферми	[2]
5	10	Распределение Бозе	[1,2]
5	22	Основные этапы развития квантовой теории	[1]

Методические указания по самостоятельному изучению отдельных разделов дисциплины приведены в соответствующем разделе ИОС [10].

10. Расчетно-графическая работа

Не предусмотрена учебным планом.

11. Курсовая работа

Не предусмотрена учебным планом.

12. Курсовой проект

Не предусмотрен учебным планом.

13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

В процессе освоения образовательной программы формируется отдельные элементы компетенций: ОПК-2 способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат.

Содержание лекционного курса и практических занятий формируют на рассматриваемом этапе элементы компетенций в части, касающейся принципов расчета взаимодействия электромагнитного излучения с квантовыми системами, возможность введения эйнштейновских вероятностей перехода, формулировка и решение уравнений баланса в статистической физике.

Процедура оценивания знаний, умений и навыков проводится в соответствии со следующими методическими материалами и заключается:

- в проведении устного экзаменационного опроса в виде диалога преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала;

- отчетов по практическим работам, для оценки способности студента применить полученные ранее знания для проведения анализа, опыта, а также составления выводов;

Показателем оценивания степени усвоения знаний элемента компетенций, является оценка, полученная на экзамене при ответе на вопросы для экзамена. Оценка выставляется по четырехбалльной шкале, соответствующей оценкам «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно» и осуществляется путем анализа ответа на вопросы для экзамена. При этом руководствуются следующими критериями.

Оценка	Критерии оценивания результатов обучения
Отлично	Заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, предусмотренного программой, усвоивший основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой.
Хорошо	Заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание учебного материала, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Оценка "хорошо" выставляется обучающимся, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.
Удовлетворительно	Заслуживает обучающийся, обнаруживший знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, знакомых с основной

	литературой, рекомендованной программой. Оценка выставляется обучающимся, допустившим погрешности при ответе и выполнении заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.
Неудовлетворительно	Выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала. Оценка ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании образовательного учреждения без дополнительных занятий по рассматриваемой дисциплине

Умения и навыки, приобретенные студентом на этапе освоения указанной части компетенций при преподавании (изучении) рассматриваемой дисциплины, оцениваются по результатам выполнения:

- практических работ,
- самостоятельной работы.

Показателем оценивания степени усвоения знаний элемента компетенций, является оценка, полученная при отчете по практическим работам. Оценка выставляется по четырехбальной шкале, соответствующей оценкам «зачтено» («отлично», «хорошо», «удовлетворительно») и «не зачтено» («неудовлетворительно») и осуществляется путем анализа знаний теоретического материала и оформленного отчета.

При этом руководствуются следующими критериями при оценивании знаний теоретического материала и оформленного отчета:

Оценка	Критерии оценивания результатов обучения
Зачтено (отлично)	Выставляется студенту, если задание выполнено в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности и правил оформления отчета. Студенты работают полностью самостоятельно: подбирают необходимые для выполнения предлагаемых работ в задании источники знаний, показывают необходимые для проведения практической работы теоретические знания, практические умения и навыки.
Зачтено (хорошо)	Выставляется студенту, если задание выполнено в полном объеме и самостоятельно. Допускаются отклонения от необходимой последовательности выполнения и правил оформления отчета, не влияющие на правильность конечного результата. Студенты используют указанные преподавателем источники знаний, таблицы из приложения к учебнику, страницы из справочной литературы по предмету. Задание показывает знание учащихся

	основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Могут быть неточности и небрежность в оформлении результатов работы.
Зачтено (удовлетворительно)	Выставляется студенту, если задание на практическую работа выполняется и оформляется студентами при помощи преподавателя или хорошо подготовленных и уже выполненных на «отлично» данную работу студентов. На выполнение задания затрачивается много времени (можно дать возможность доделать работу дома). Студенты показывают знания теоретического материала, но испытывают затруднение при самостоятельной работе с физическими приборами, графиками, таблицами справочной литературы.
Не зачтено (неудовлетворительно)	Выставляется, если студенты показывают плохое знание теоретического материала и отсутствие умения применить знания к решению практической задачи, неумение оформить отчет. Руководство и помощь со стороны преподавателя и хорошо подготовленных студентов неэффективны по причине плохой подготовки студента.

Процедура оценивания знаний, умений, навыков по дисциплине «Квантовая механика и статистическая физика» включает учет успешности выполнения практических работ, самостоятельной работы и сдачу экзамена.

Вопросы для экзамена

1. Уравнение Шредингера и волновая функция.
2. Квантовые энергии, моменты импульса и его проекции.
3. Собственный момент электрона и его магнитный момент, квантование.
4. Принцип соответствия в квантовой механике, время жизни возбужденных состояний, спонтанное испускание.
5. Оптические переходы в атомах, связь между коэффициентами вынужденных и спонтанных переходов.
6. Теория возмущений. Расчет вероятности оптических переходов квантовых систем.
7. Уравнение баланса для населенностей энергетических уровней.
8. Принцип резонанса при взаимодействии света с квантовой системой.
9. Теория возмущений не зависящая от времени.
10. Система многих частиц
11. Элементы теории рассеяния
12. Основные представления статической физики

13. Распределения Гиббса. Распределение Максвелла и Больцмана. Большое каноническое распределение.
14. Статистическая механика вырожденного ферми-газа. Формула Планка.
15. Каноническое распределение Гиббса
16. Распределение Максвелла
17. Распределение Больцмана в классической статистике
18. Распределение Ферми
19. Распределение Бозе
20. Основные этапы развития квантовой теории
21. Свойства водородоподобного атома
22. Полуэмпирические методы
23. Функции распределения

Тестовые задания по дисциплине

14. Образовательные технологии

Лекционный курс читается с применением *информационно-коммуникационных образовательных технологий* (организация образовательного процесса, основанная на применении специализированных программных сред и технических средств работы с информацией). Изложение всего материала (*лекции-визуализации*) сопровождается презентациями (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических).

При проведении практических работ наряду с *традиционными образовательными технологиями* (практическая работа – организация учебной работы с информационными объектами) применяются *технологии проблемного обучения* (проведение практических - организация учебной работы, направленная на решение комплексной учебно-познавательной задачи, требующей от студента применения как научно-теоретических знаний, так и практических навыков) и *технологии проектного обучения* (выполнение творческих и информационных проектов).

Дисциплина «Квантовая механика и статистическая физика» состоит: из лекционной части в мультимедийном исполнении; практических работ; самостоятельных занятий для подготовки к практическим занятиям, поискового назначения, овладения учебным материалом и освоения дополнительной литературы.

15. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Основная

1. Борисёнок С.В. Квантовая статистическая механика [Электронный ресурс]/ Борисёнок С.В., Кондратьев А.С.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011.— 133 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17262> .— ЭБС «IPRbooks», по паролю
2. Байков Ю.А. Квантовая механика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Байков Ю.А., Кузнецов В.М.— Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013.— 292 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24137> .— ЭБС «IPRbooks», по паролю
3. Карлов Н.В. Начальные главы квантовой механики [Электронный ресурс]/ Карлов Н.В., Кириченко Н.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006.— 360 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17352> .— ЭБС «IPRbooks», по паролю

Дополнительная:

4. Квантовая механика и квантовая химия : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по хим. спец. / В. И. Барановский. - М. : ИЦ "Академия", 2008. - 384 с. : ил. ; 22 см. - (Высшее профессиональное образование). - Библиогр.: с. 379-380. - ISBN 978-5-7695-3961-9 : экз.-11
5. Савельев, И. В. Курс физики : в 3 т. : учеб. пособие / И. В. Савельев. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2008 - . Т. 3 : Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. - 3-е изд., стер. - 2008. - 320 с. : ил. ; 21 см. -(Учебники для вузов. Специальная литература).- Гриф: допущено Научно-метод. советом по физике М-ва образования и науки РФ в качестве учеб. пособия для студ. вузов, обучающихся по техн. и технол.напр. и спец.-ISBN 978-5-8114-0687-6 :экз.-30

ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ИЗДАНИЯ

6. Квантовая электроника [Текст].-М.: Квантовая электроника,1971. Выходит ежемесячно.-ISSN 0368-7147(1990-2012)
7. Механика :сводный том.-М.:ВИНИТИ РАН,1953.-.Выходит ежемесячно.- ISSN 0034-2483(2005-2015)
8. Физика и техника полупроводников [Текст] :РАН.-СПб.:Наука,1967.-.Выходит ежемесячно.- ISSN 0015-3222(2008-2012)
9. Физика волновых процессов и радиотехнические системы[Текст]:теорет. и науч.практ.журн.- Самара:Самарский ун-т.-Выходит ежеквартально.- ISSN 1810-3189 (2008-2012).

ИСТОЧНИКИ ИОС

10. Квантовая механика и статистическая физика. Режим доступа: <https://portal3.sstu.ru/Facult/INETM/EPU/ELNE/B.1.2.5/default.aspx>, по паролю.

16. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Материально-техническое обеспечение модуля: доступ к фондам учебных пособий, библиотечным фондам с периодическими изданиями по соответствующим темам, наличие компьютеров, подключенных к сети Интернет, и с необходимым программным обеспечением. Учебная дисциплина обеспечена учебно-методической документацией (компонент учебно-методического комплекса по дисциплине).

Чтение лекций проводится в лекционной аудитории, обеспеченной мультимедийными средствами: персональный компьютер, проектор (презентационная лекционная часть доступна обучающимся в локальной сети).

Информационное и учебно-методическое обеспечение: ЭБС «IPRbooks», электронная библиотека СГТУ имени Гагарина Ю.А., электронная информационно-образовательная среда СГТУ имени Гагарина Ю.А.