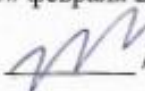


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ПРИНЯТО

На заседании Ученого совета
физико-технического института
Протокол от «2» февраля 2024 г. № 5

И.о. директора  / И.Ф. Шарафуллин

УТВЕРЖДЕНО

Проректор по образовательной
деятельности



И.А. Макаренко

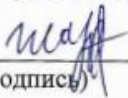
ПОДГОТОВКА КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ

**ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

НАУЧНАЯ СПЕЦИАЛЬНОСТЬ
1.3.5. Физическая электроника

Отрасль науки:
«физико-математические науки»

Разработчик (разработчики):


(подпись)

/к.ф.-м.н. доцент, зав. кафедрой ФЭиНФ УУНиТ, Шарипов Т.И
(ученая степень, ученое звание, должность, фамилия и.о.)

Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине по научной специальности 1.3.5. Физическая электроника утверждена на заседании кафедры физической электроники и нанофизики. (Протокол от «18» января 2024 г. № 3).

1. Общие положения

1.1. Область науки:

1. Естественные науки

Группа научных специальностей:

1.3. Физические науки

Наименование отрасли науки, по которой присуждаются ученые степени:

Физико-математические науки

Шифр научной специальности:

1.3.5. Физическая электроника

1.2. Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине (далее «специальная дисциплина») по научной специальности 1.3.5. Физическая электроника разработана в соответствии:

Федеральным законом от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 (ред. от 25.01.2024) «О порядке присуждения ученых степеней»;

Приказом Минобрнауки России от 28.03.2014 г. № 247 «Об утверждении Порядка прикрепления лиц для сдачи кандидатских экзаменов, сдачи кандидатских экзаменов и их перечня»;

Приказом Минобрнауки России от 05.08.2021 г. № 712 «О внесении изменений в некоторые приказы Министерства образования и науки Российской Федерации и Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в сфере высшего образования и науки и признании утратившими силу приказов Министерства образования и науки Российской Федерации от 22 апреля 2013 г. № 296 и от 22 июня 2015 г. № 607»;

Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 24 февраля 2021 г. № 118 «Об утверждении номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, и внесении изменения в Положение о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, утвержденное приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 ноября 2017 г. № 1093»;

Паспортом научной специальности 1.3.5. Физическая электроника;

Уставом УУНиТ;

Приказом УУНиТ от 07.03.2023 г. № 0527 «О Порядке прикрепления лиц для сдачи кандидатских экзаменов».

1.3. Программа кандидатского экзамена регламентирует цель, задачи, содержание, организацию кандидатского экзамена, порядок работы экзаменационной комиссии, порядок оценки уровня знаний соискателя ученой степени кандидата физико-математических наук, и включает перечень вопросов, выносимых на кандидатский экзамен, рекомендации по подготовке к кандидатскому экзамену, в том числе, перечень литературы и ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для подготовки к кандидатскому экзамену.

1.4. Кандидатские экзамены представляют собой форму оценки степени подготовленности соискателя ученой степени кандидата физико-математических наук (аспиранта/прикрепленного лица) к проведению научных исследований по конкретной научной специальности и отрасли науки, по которой подготавливается или подготовлена диссертация.

2. Цель проведения кандидатского экзамена

Целью проведения кандидатского экзамена по специальной дисциплине является оценка степени подготовленности соискателя ученой степени кандидата наук (аспиранта/прикрепленного лица) к проведению научных исследований по научной специальности 1.3.5. Физическая электроника

и отрасли науки физико-математические науки, по которой подготавливается или подготовлена диссертация:

— проверка сформированности умений в области применения эмиссионной, твердотельной, вакуумной электроники использования междисциплинарных установок и общенаучных понятий в решении комплексных задач теории и практики в конкретно научной исследовательской деятельности;

– владение основными категориями и методами на уровне, позволяющем получать качественные результаты при решении теоретических и прикладных задач в области физических дисциплин;

– получение практических навыков аргументации в обосновании научного статуса и актуальности конкретной исследовательской задачи, в работе с внеэмпирическими методами оценки выдвигаемых проблем и гипотез.

Сдача кандидатских экзаменов обязательна для присуждения ученой степени кандидата наук.

3. Задачи, решаемые в ходе сдачи кандидатского экзамена

В ходе сдачи кандидатского экзамена необходимо оценить:

– способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;

– способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области физической электроники.

4. Структура и содержание кандидатского экзамена

4.1. Кандидатский экзамен по специальной дисциплине по научной специальности 1.3.5. Физическая электроника проводится в устной форме по билетам (Приложение № 1). Экзаменационный билет включает в себя два-три теоретических вопроса.

Продолжительность устного ответа на экзамене – 20 минут, время на подготовку к ответу на экзаменационный билет – до 30 минут.

4.2. Комиссия по приему кандидатского экзамена по специальной дисциплине правомочна принимать кандидатский экзамен по специальной дисциплине, если в ее заседании участвуют не менее 3 специалистов, имеющих ученую степень кандидата или доктора наук по научной специальности, соответствующей специальной дисциплине, в том числе 1 доктор наук.

Решение, принятое комиссией, оформляется протоколом по установленной Университетом форме.

4.3. Университет вправе применять дистанционные образовательные технологии при проведении кандидатского экзамена. Особенности проведения кандидатских экзаменов с применением дистанционных образовательных технологий определяются локальным нормативным актом Университета.

При проведении кандидатского экзамена с применением дистанционных образовательных технологий Университет обеспечивает идентификацию личности аспирантов/прикрепленных лиц и контроль соблюдения требований, установленных локальным нормативным актом.

5. Перечень тем, вынесенных на кандидатский экзамен

Тема 1. Физика твердого тела

Тема 2. Радиоэлектроника

Тема 3. Микро- и нанoeлектроника

Тема 4. Молекулярная электроника и спинтроника

6. Перечень документов и материалов, которыми разрешается пользоваться на кандидатском экзамене

Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине по научной специальности 1.3.5. Физическая электроника.

Во время проведения кандидатского экзамена аспирантам/прикрепленным лицам, привлекаемым к его проведению, запрещается иметь при себе и использовать средства связи.

7. Перечень вопросов для проведения кандидатского экзамена:

8.

1. Точечная симметрия кристаллов. Элементы симметрии и симметрические преобразования. Точечные группы симметрии кристаллов, их назначения и описание.
2. Трансляционная симметрия и атомная структура кристаллов. Пространственные группы и правильная система точек.
3. Кристаллическая решетка и кристаллографическая система координат. Ячейки Браве. Кристаллографические направления, плоскости и их символы.
4. Обратная решетка и ее кристаллографические применения. Основные расчетные формулы кристаллографии.
5. Плотнейшие упаковки шаров, их применение к описанию структуры кристаллов. Основные структурные типы элементов и химических соединений.
6. Дифракционные методы исследования структуры твердых тел.
7. Классификация твердых тел по типам связей. Характер межатомного взаимодействия. Расчет энергии связи в кристаллах.
8. Тепловые точечные дефекты кристалла, их равновесная концентрация. Радиационные дефекты.
9. Типы дислокаций в кристаллах. Основные их характеристики. Движение дислокаций. Образование дислокаций.
10. Акустические и оптические колебания атомов кристаллической решетки. Фононы.
11. Теория теплоемкости твердых тел. Теория Эйнштейна и Дебая.
12. Ангармонические взаимодействия в кристаллах. Тепловое расширение. Теплопроводность твердых диэлектриков. Тепловое сопротивление решетки. N - процессы и U - процессы. Зависимость теплопроводности от температуры.
13. Механизмы поляризации в твердых телах. Связь между диэлектрической проницаемостью (ϵ) и поляризуемостью (уравнение Клаузиуса - Мосотти).
14. Пьезо- и сегнетоэлектрики. Поляризационная катастрофа. Температура Кюри. Теория Ландау фазовых переходов. Домены.
15. Магнитные свойства твердых тел. Классификация магнетиков и краткая характеристика физической природы магнетизма.
16. Явление сверхпроводимости и его природа. Эффект Мейснера. Сверхпроводники I и II рода. Физические идеи, лежащие в основе теорий сверхпроводимости Лондонов, Гинзбурга Ландау и БКШ. Высокотемпературная сверхпроводимость.
17. Энергетический спектр некристаллических твердых тел. Делокализованные и локализованные состояния в модели Андерсона. Локализованные состояния, связанные с дефектами. Температурная зависимость электропроводности аморфных полупроводников.
18. Адиабатическое и одноэлектронное приближение в теории твердого тела. Энергетический спектр электронов в кристалле.
19. Волновая функция электрона в периодическом поле. Теорема Блоха. Зоны Бриллюэна в кубических кристаллах.
20. Приближение эффективной массы. Электроны и дырки в кристалле.
21. Особенности реальной зонной структуры полупроводников.
22. Примесные состояния. Водородоподобная модель примесных центров.
23. Плотность состояний и функции распределения электронов по энергии. Уровень Ферми.
24. Температурная зависимость уровня Ферми и концентрации носителей тока в примесном полупроводнике.

25. Зависимость концентрации и уровня Ферми от уровня легирования и температуры в компенсированном примесном полупроводнике.
26. Связь концентрации носителей с уровнем Ферми. Температурная зависимость уровня Ферми и концентрации носителей в собственном полупроводнике.
27. Межзонная излучательная и безызлучательная рекомбинации. Зависимость времени жизни от положения уровня Ферми и температуры.
28. Рекомбинация через ловушки. Зависимость времени жизни от положения уровня Ферми и температуры.
29. Собственное оптическое поглощение полупроводников, прямые и непрямые переходы.
30. Стимулированное излучение. Твердотельные и полупроводниковые лазеры.
31. Явления переноса заряда в полупроводниках. Кинетическое уравнение Больцмана.
32. Дрейфовая подвижность и ее температурная зависимость.
33. Основные параметры качества и тенденции развития элементов нанoeлектроники.
34. Полевой и биполярный транзисторы как вентили логических схем. Время задержки при переключении, энергия переключения.
35. Принципиальные технологические и физические ограничения на параметры транзисторов.
36. Гетероструктурные полевые транзисторы. Селективное легирование. 2D- электронный газ.
37. Транзисторы на горячих электронах.
38. Транзисторы на квантовых эффектах. Резонансно-туннельные диод и транзистор.
39. Одноэлектроника. Физические основы.
40. Углеродные нанотрубки. Полевой транзистор на основе углеродных нанотрубок.
41. Спинтроника. Спиновые инжекция и аккумуляция. Гигантское магнитосопротивление. Спиновый клапан.
42. Электроника на основе переходов Джозефсона. Максимальное быстродействие.
43. Блок-схема усилительного каскада на биполярном и полевом транзисторах. Схемы включения биполярного транзистора с общим эмиттером, с общей базой и с общим коллектором.
44. Принципиальная и эквивалентная схемы усилителя низких частот на биполярном и полевом транзисторах. Выбор и стабилизация рабочей точки. Основные характеристики усилителей.
45. Усилители мощности. Основные классы усиления. Однотактные и двухтактные усилители мощности.
46. Общие принципы работы и структурные схемы генераторов электрических периодических колебаний.
47. RC – генераторы гармонических колебаний.
48. Радиотехнические сигналы. Виды модуляции.
49. Характеристики передачи линейных цепей (на примере простейших RC-, LR-, LC- фильтров. Комплексный коэффициент передачи. Амплитудно-частотная и фазово-частотная характеристики.
50. Выпрямление и амплитудное детектирование сигналов.
51. Частотное детектирование сигналов. Дискриминатор. Детектор отношений.
52. Обратные связи в электронных схемах. Устойчивость усиления схем с обратными связями.
53. Повторители напряжения на биполярных и полевых транзисторах (назначение, принцип действия, схема).
54. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи.
55. Электронные ключи на биполярных и полевых транзисторах.
56. Логические схемы. Схемы логических инвертеров на основе ТТЛ и КМОП логики.
57. Логические схемы И. Логические схемы ИЛИ.
58. Компараторы напряжения и тока.
59. Триггеры. RS и D триггеры.
60. Классификация электронно-микроскопических методов исследования микро- и наноструктур.
61. Стандартные методы химического анализа микро- и наноструктур. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Оже-спектроскопия. Масс-спектроскопия вторичных ионов.
62. Технология квантово-размерных структур. Молекулярно-лучевая и МОС-гидридная эпитаксия.

63. Гетерогенное образование зародышей. Понятие критического зародыша. Термодинамическая теория зародышеобразования. Молекулярно-кинетическая теория зародышеобразования.
64. Механизмы гетероэпитаксиального роста: Франка - ван дер Мерве, Фольмера - Вебера, Странски - Крастанова.
65. Типы наноструктур, выращиваемых с использованием эффектов самоорганизации.
66. Общая характеристика литографических методов и их сравнительный анализ. Пути уменьшения размеров элементов интегральных схем. Литография с использованием дальнего вакуумного ультрафиолета. Многослойная брэгговская оптика. ДВУФ-нанолиитограф.
67. Размерное квантование. Квантовые ямы, квантовые нити и квантовые точки.
68. Квантовая яма на основе двойной гетероструктуры.
69. Двойная квантовая яма. Сверхрешётка.
70. Общая характеристика наносостояния.
71. Особенности поверхности наночастиц и ее влияние на физ. свойства
72. Уникальные оптические свойства наноструктур.
73. Уникальные механические свойства наноструктур.
74. Перспективы молекулярной наноэлектроники и спинтроники.
75. Определение наноструктуры с позиции физики и химии твердого тела.
76. Роль поверхности наночастиц .
77. Потенциал Гиббса- Гельмгольца образования кластеров и наночастиц.
78. Термодинамика нанокластеров.
79. Зависимость температуры плавления от размера наночастиц.
80. Размерные эффекты.
81. Транспортные явления, процессы переноса импульса, тепла , зарядов и массы в низкоразмерных системах.
82. Влияние размерных эффектов на физико-химические свойства тел.
83. Зависимость диэлектрической проницаемости и ширины зоны проводимости наноматериалов от размера частиц.
84. Осциллирующий характер физических свойств нанокластеров.
85. Электрические , оптические и механические свойства наночастиц.
86. Фотоэлектронная и электронная спектроскопия.
87. Электронная сканирующая техника.
88. Механическое измельчение.
89. Механохимический синтез. Плазмохимический синтез. Синтез в условиях ультразвукового воздействия и ударных волн.
90. Электродуговые и электрохимические методы взрыва проволок.
91. Трубочатые структуры.
92. Электронные устройства на основе легированных нанотрубок.
93. Нановолокна и нанотрубки углеродные нанотрубки.
94. Синтез нанотрубок. Графеновая электроника.
95. Синтез графенов .
96. Фуллерены и фуллереноподобные структуры.
97. Технология полимерных, пористых, трубчатых и биологических наноматериалов.
98. Уравнения Рутана.
99. Приближение Хартри-Фока.
100. Определение структуры наночастиц методом молекулярной механики.
101. Электронная структура углеродных молекул.
102. Электрон в одно- дву мерных потенциальных ящиках.
103. Туннельные эффекты в наноструктурах.
104. Электронные состояния для трехмерных, двумерных, одномерных структур.
105. Теория молекулярных орбиталей (МО), и теоретические методы оценки электронной структуры молекул, методы МО-ЛКАО.
106. Использование классических МО и кристаллических МО (функций Блоха) в молекулярной наноэлектронике.

107. Расчет валентной зоны молекул неэмпирическими и полуэмпирическими методами в приближении Хартри Фока.
108. Особенности электронной структуры линейных/квазилинейных (цепочечных) молекул.
109. Электрон-фононное взаимодействие.
110. Квазичастицы – экситоны, поляроны, биполароны и их проявление в ИК, УФ и видимых спектрах.
111. Полиацетилены,
112. Полиены, полиперролы, полианилины, полиароматические двумерные структуры и др.
113. Солитоны: механизмы возбуждения, солитонная проводимость. Легирование полиацетилена.
114. Квантовые точки. Квантовые нити. Молекулярные нанопроволоки.
115. Уникальные оптические явления в наноструктурах.
116. Одноэлектронные явления в нанoeлектронных устройствах. Нанооптоэлектроника.
117. Метаматериалы, как новый вид оптических сред. Перспективы метаматериалов в нанoeлектронике.
118. Приборы нанoeлектроники на основе нанотрубок, фуллеренов и графена.
119. Молекулярный полевой транзистор.
120. Механизм электропроводности наночастиц.
121. Механизмы поверхностной и объемной электропроводности полимеров.
122. Молекулярный диод.
123. Магнитные кластеры и полимеры.
124. Спиновые эффекты электронов и ядер в парамагнитных наноматериалах.
125. Органические пара и ферромагнетики, на основе полисопряженных полимеров.
126. Ферромагнетики на основе замещенных радикал- полимеров. Органический ферромагнетизм.
127. Температуры Кюри- Вейса и Низля и эффект Холла для наночастиц и полимеров.
128. Спинтроника - электроника, основанная на спине (spin-based electronics). Органическая спинтроника. Спиновые электронные транзисторы и переключатели.
129. Органические светодиоды и фотопреобразователи. Фотонные кристаллы.
130. Одноэлектроника.
131. Метод молекулярной механики и молекулярной динамики.
132. Применение молекулярной динамики к исследованию молекул и наночастиц

8. Порядок оценки уровня знаний соискателя ученой степени кандидата наук

8.1. Оценка уровня знаний соискателя ученой степени кандидата наук определяется экзаменационными комиссиями по пятибалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

8.2. При оценке знаний и уровня подготовки соискателя ученой степени кандидата наук, определяется:

- уровень освоения материала, предусмотренного программой кандидатского экзамена;
- умение использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- обоснованность, четкость, краткость изложения ответа.

8.3. Общими критериями, определяющими оценку уровня знаний соискателя ученой степени кандидата наук, являются:

- для оценки «отлично»: наличие глубоких и исчерпывающих знаний в объеме пройденного программного материала, правильные и уверенные действия по применению полученных знаний на практике, грамотное и логически стройное изложение материала при ответе, знание дополнительно рекомендованной литературы;

- для оценки «хорошо»: наличие твердых и достаточно полных знаний программного материала, незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильные действия по применению знаний на практике, четкое изложение материала;

- для оценки «удовлетворительно»: наличие твердых знаний пройденного материала, изложение ответов с ошибками, уверенно исправляемыми после дополнительных вопросов, необходимость наводящих вопросов, правильные действия по применению знаний на практике;

– для оценки «неудовлетворительно»: наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы.

9. Методические указания по подготовке к сдаче кандидатского экзамена

При подготовке к кандидатскому экзамену рекомендуется:

Внимательно прочесть источники в списке рекомендуемой литературы и проанализировать информацию.

Сделать выписки (конспект) необходимой информации в соответствии с темами и экзаменационными вопросами.

Систематизировать и классифицировать полученные данные по тематическим разделам и экзаменационным вопросам.

Составить рабочие записи – ключевые опорные пункты в соответствии с логикой ответа на экзаменационные вопросы.

Подобрать необходимую иллюстративную информацию по содержанию ответа на экзаменационные вопросы.

В ходе подготовки к выполнению практического задания обучающийся анализирует результаты диссертационного исследования.

10. Перечень рекомендуемой литературы и ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. М.Ю. Долматов Физические основы наноэлектроники. Учебное пособие. – Уфа : РИНЦ Баш. ГУ-2014, 206с.
2. М.Ю. Долматов, Р.З. Бахтизин , Д.О. Шуляковская Исследования электронных характеристик и свойств молекул и наночастиц. Учебное пособие. – Уфа : РИНЦ Баш. ГУ-2014, 214 с.
3. Н. Г. Рамбиди, А. В. Берёзкин Физические и химические основы нанотехнологий .— М. : Физматлит, 2009 .— 456 с. — Библиогр.: с. 448 .— ISBN 978-5-9221-0988-8
4. О. П. Кормилицын, Ю. А. Шукейло . Механика материалов и структур нано- и микротехники [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Электрон. дан. и прогр. — М. : Академия, 2008 .— Электрон. версия печ. публикации .— Систем. требования: IBM PC; Microsoft Windows 95/98/XP. ISBN978-5-7695-4093-6URL:
5. Н.В.Агринская. Молекулярная электроника. Учебное пособие. -Санкт-Петербург: СПбГУ, 2004-110с.
6. Жевняк О. Г. Теория низкоразмерных квантовых структур: www.rfe.by/media/kafedry/kaf3/publication/.../teoria-kvantrazm-struktur.doc
7. Ландау, Л. Д., Лифшиц, Е. М. Квантовая механика (нерелятивистская теория). — Издание 6-е, исправленное. — М.: Физматлит, 2004. — 800 с
8. Минкин В. И. О перспективах развития молекулярных компьютеров доклад на конференции „ Современные направления химии“, посвящённой 135-летию Российского химического общества URL: http://wsyakayawsyachina.narod.ru/technology/molecular_computer.html
9. Трефилов В.И., Щур Д.В., Тарасов Б.П., Шульга Ю.М., Черногоренко А.В., Пишук В.К., Загинайченко С.Ю. Фуллерены — основа материалов будущего — Киев: ИПМ НАНУ и ИПХФ РАН, 2001, 148 с
10. Лозовик Ю.Е., Попов А.М. Образование и рост углеродных нанострун – фуллеренов, наночастиц, нанотрубок и конусов. -Успехи физических наук, 1997.- вып.7.- С.751-770.
11. Сухно И.В., Бузько И.В. Углеродные нанотрубки. Учебное пособие. КубГУ.-2008.-55с.
12. Суздаев И.П. Физико-химия нанокластеров , наноструктур и наноматериалов – М.: Книжный дом Либроком,2009.- С.282-304.
13. Лачинов А.Н., Воробьева Н.А. Электроника тонких слоев широкозонных полимеров // УФН , 2007, том 49, вып. 1, с. 1249- 1266.

14. Ryoji Mitsuhashi, Yuta Suzuki, Yusuke Yamanari, Hiroki Mitamura, Takashi Kambe, and other. [Superconductivity in alkali-metal-doped picene](#) // *Nature*. V. 464. P. 76–79 (4 March 2010).
15. Полимеры в электронике . Конспект лекций. - Минск, БГУ, 2010. - 65 с. www.physics.bsu.by/sites/default/files/files/departments/...physics/.../3.pdf
16. Игнатов С.К. Квантово-химическое моделирование молекулярной структуры, физико-химических свойств и реакционной способности. (Часть 1. Обзор современных методов электронной структуры и теории функционала плотности). Учебно-методический материал по программе повышения квалификации «Новые материалы электроники и оптоэлектроники для информационно-телекоммуникационных систем». Нижний Новгород, 2006.- 82 с.
17. Грибов Л.А., Муштаков С.П. Квантовая химия. Учебник. М.: Гардарики, 1999 - 390с.
18. Минкин В.И., Симкин Б.Я., Миняев Р.М. Теория строения молекул. Ростов-на -Дону: Феникс, 1997 – 560 с.
19. Квантовохимические расчеты в органической химии и молекулярной спектроскопии/ К. Я. Бурштейн, П.П. Шорыгин. - М.: Наука, 1989. -104с.

**УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

Научная специальность 1.3.5. Физическая электроника

БИЛЕТ № 1

1. Стандартные методы химического анализа микро- и наноструктур. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Оже-спектроскопия. Масс-спектроскопия вторичных ионов.
 2. Полевой и биполярный транзисторы как вентили логических схем. Время задержки при переключении, энергия переключения.
- Солитоны: механизмы возбуждения, солитонная проводимость. Легирование полиацетилена.