

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.1.3.11.2 «Нанoeлектронная элементная база вычислительной техники»

направления подготовки

11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»

Профиль «Электронные приборы и устройства»

форма обучения – очная

курс – 4

семестр – 7

зачетные единицы - 6

всего часов – 216,

в том числе:

лекции – 36

практические занятия – 54

всего аудиторн. - 90

самостоятельная работа – 126

экзамен – 7 семестр

1. Цель и задачи изучения дисциплины

1.1 Целью дисциплины является освоение студентами физических принципов и основ нанoeлектроники, изучение технологий изготовления наноструктур и их дальнейшее применение.

1.2 Задачи изучения дисциплины:

- выработать у студентов глубокое понимание роли и значения нанoeлектроники в современном развитии общества, ее особенностей и места среди других наук;
- овладеть теорией и основами физических принципов нанoeлектроники, технологии изготовления наноструктур;
- овладеть теорией и основами принципов работы нанoeлектронных приборов и устройств, разрабатываемых на основе обнаруженных явлений и эффектов;
- выработать навыками и умением к анализируванию и систематизированию результатов исследований, представлению материалов в виде научных отчетов, публикаций, презентаций.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Для успешного усвоения данной дисциплины необходимо, чтобы студент владел знаниями, умениями и навыками, сформированными в процессе изучения дисциплин:

- Физические основы электроники Б.1.1.16 (ПК 1,2).
- Нанoeлектроника Б.1.1.17 (ОПК 7).
- Компоненты электронной техники Б.1.2.8 (ПК 5).

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения (ПК 2).

Студент должен знать:

- этапы развития электроники,
- микроэлектроники и нанoeлектроники,
- научные и технологические основы нанoeлектроники,
- элементы и приборы нанoeлектроники, принципы их построения,
- основы проектирования элементов нанoeлектроники,
- технические средства нанотехнологий.

Студент должен уметь:

- самостоятельно изучать физические основы нанoeлектроники,
- анализировать результаты практических и самостоятельных исследований.

Студент должен владеть:

- оценивать перспективы нанoeлектроники, в том числе нанoeлектронной элементной базы,
- способностью проводить практические исследования с применением методик планирования физического эксперимента с целью исследования различных параметров и характеристик приборов, схем и т.д.

4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ м од у л я	№ н е д е л и	№ т е м ы	Наименование темы	Часы/Из них в интерактивной форме					
				Всег о	Лек- ции	Кол лок- виу мы	Лабор а- торн ые	Прак- тичес -кие	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7 семестр									
1	1	1	Сверхпроводниковая электроника	10	2			2	6
1	2	2	Сверхпроводниковая электроника	10	2			2	6
1	3	3	Быстрая одноквантовая логика	10	2			2	6
1	4	4	Быстрая одноквантовая логика	12	2			2	8
1	5	5	Свойства молекул, лежащие в основе молекулярной элементной базы информатики	14	2			4	8
1	6	6	Свойства молекул, лежащие в основе молекулярной элементной базы информатики	14	2			4	8
1	7	7	Фуллерены, углеродные нанотрубки и прочие кластеры	12	2			2	8
1	8	8	Фуллерены, углеродные нанотрубки и прочие кластеры	10	2			2	6
1	9	9	Применения УНТ и фуллеренов в информатике	12	2			4	6
2	10	10	Применения УНТ и фуллеренов в	10	2			2	6

			информатике						
2	11	11	Нанoeлектронная элементная база информатики на основе графена	14	2			4	8
2	12	12	Нанoeлектронная элементная база информатики на основе графена	10	2			2	6
2	13	13	Принципы квантовых вычислений	14	2			4	8
2	14	14	Принципы квантовых вычислений	14	2			4	8
2	15	15	Квантовые процессоры на основе спинового магнитного резонанса	14	2			4	8
2	16	16	Квантовые процессоры на основе спинового магнитного резонанса	12	2			4	6
2	17	17	Квантовые процессоры на переходах Джозефсона	10	2			2	6
2	18	18	Квантовые процессоры на переходах Джозефсона	14	2			4	8
Всего				216	36	-	-	54	126

5. Содержание лекционного курса

№ те м ы	Вс ег о, ча со в	№ ле кц ии	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно – методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	2	1	<u>Сверхпроводниковая электроника</u> Напомнить студентам важные сведения о явлении сверхпроводимости, о свойствах скин-слоев, о переходах Джозефсона и их свойствах. Ознакомить с принципами работы логических схем на криотронах, магнитометров на переходах Джозефсона.	1, 2, 8
2	2	2	<u>Сверхпроводниковая электроника</u> Объяснить принципы работы таких многоканальных магнитометров на скин-слоях, как магнитокардиографы, магнитоэнцефалографы, скин-микроскопы. Ознакомить с их возможностями и с другими	2, 3, 8

			применениями сквидов.1 - 6	
3	2	3	<p><u>Быстрая одноквантовая логика</u></p> <p>Объяснить физику формирования на шунтированных переходах Джозефсона пикосекундных одноквантовых импульсов напряжения и принципы построения основных схем быстрой одноквантовой логики.</p>	1, 8
4	2	4	<p><u>Быстрая одноквантовая логика</u></p> <p>Показать преимущества схем на такой логике. Ознакомить с достигнутыми в этой области техники результатами.</p>	1, 8
5	2	5	<p><u>Свойства молекул, лежащие в основе молекулярной элементной базы информатики</u></p> <p>Подготовить студентов к "квантово-механическому стилю мышления" в области молекулярной элементной базы информатики, поскольку молекулы – это уже целиком квантовые объекты. С этой целью напомнить понятие об атомных и молекулярных орбиталях, рассказать о возможности их гибридизации, об энергетических спектрах атомов и молекул, об их пространственных конфигурациях, способности к поляризации электронных оболочек, взаимодействии спинов электронов и ядер.</p>	3, 6, 7, 8
6	2	6	<p><u>Свойства молекул, лежащие в основе молекулярной элементной базы информатики</u></p> <p>Ознакомить с основными достижениями супрамолекулярной химии. Подчеркнуть, что любое из свойств молекул можно применить для кодирования, передачи, хранения и обработки информации. Более детально остановиться на способности многих молекул к селективному "распознаванию" и объяснить принципы построения молекулярных сенсоров с люминесцентным маркером и сенсоров на наночастицах металлов, привести примеры их применения.</p>	3, 6, 7, 8
7	2	7	<p><u>Фуллерены, углеродные нанотрубки и прочие кластеры</u></p> <p>Показать способность атомов углерода выступать во многих разных химических "ипостасях", указать на то, что по многообразию возможных химических связей им нет равных среди всех других элементов периодической системы. Ознакомить с такими новыми формами существования углерода, как углеродные нанотрубки (УНТ), фуллерены, "луковицы", с их уникальными свойствами, с возможностями капсулирования в них других атомов, ионов, малых молекул, с возможностями химической "специализации" УНТ и фуллеренов.</p>	1, 2, 3, 8
8	2	8	<p><u>Фуллерены, углеродные нанотрубки и прочие кластеры</u></p>	1, 2, 3, 4

			Объяснить структуру УНТ и зависимость их электропроводности от особенностей структуры. Ознакомить с технологиями изготовления УНТ. Показать перспективы формирования на основе УНТ и фуллеренов наноразмерных межсоединений и резисторов интегральных схем.	
9	2	9	<u>Применения УНТ и фуллеренов в информатике</u> Ознакомить с основными вариантами реализации транзисторов и наноэлектромеханических реле на УНТ и логических схем на их основе. Объяснить, как работают построенные на УНТ варианты флеш-памяти с плавающим затвором, с зарядовыми ловушками, на элементах с изменением фазового состояния, а также 2 варианта электромеханической памяти.	1, 5, 6, 7
10	2	10	<u>Применения УНТ и фуллеренов в информатике</u> Показать перспективы применения УНТ для построения сенсоров и устройств визуального отображения информации.	1, 5, 6, 7
11	2	11	<u>Нанoeлектронная элементная база информатики на основе графена</u> Ознакомить студентов со структурой и свойствами графена, с возможностями его химической модификации, с понятием двумерного кристалла. Объяснить принципы построения полевых транзисторов на сплошных пленках и на узких полосках графена, построения химически чувствительных полевых транзисторов (ХЧПТ) и других сенсоров на основе графена.	1, 2, 4
12	2	12	<u>Нанoeлектронная элементная база информатики на основе графена</u> Дать краткий обзор методов изготовления графена и графеновых полосок.	1, 2, 4
13	2	13	<u>Принципы квантовых вычислений</u> Напомнить важнейшие для данной темы положения квантовой механики. Ознакомить с понятиями и особенностями кубита, квантового регистра, однокубитных и многокубитных квантовых логических операций. Объяснить понятие квантовых алгоритмов, квантовых логических схем. Рассказать о наиболее успешных квантовых алгоритмах, об отличии классов сложности задач для классических и для квантовых вычислений.	1, 2, 4, 5
14	2	14	<u>Принципы квантовых вычислений</u> Ознакомить с явлением декогерентизации и с возможностями квантовой коррекции ошибок, с широким спектром предложенных физических	1, 2, 4, 5

			реализаций кубитов и квантовых регистров. Описать общую структуру аппаратуры для квантовых вычислений и организацию ее работы. Сформулировать основные технические требования к элементной базе квантовых процессоров.	
15	2	15	<u>Квантовые процессоры на основе спинового магнитного резонанса</u> Объяснить принципы работы спиновых кубитов и возможности выполнения квантовых логических операций над ними с помощью импульсов резонансного поперечного магнитного поля.	1, 3, 4, 5
16	2	16	<u>Квантовые процессоры на основе спинового магнитного резонанса</u> Ознакомить со структурой и принципами функционирования нескольких вариантов квантового процессора на спинах атомных ядер и одного из вариантов квантового процессора с использованием электронных спинов.	1, 3, 4, 5
17	2	17	<u>Квантовые процессоры на переходах Джозефсона</u> Ознакомить со структурой и принципами функционирования разных видов кубитов на переходах Джозефсона (ПД): зарядовых, потоковых, фазовых, зарядово-фазовых. Объяснить возможные варианты выполнения квантовых логических операций над такими кубитами.	1, 3, 5, 6, 7
18	2	18	<u>Квантовые процессоры на переходах Джозефсона</u> Дать общее представление о сущности работ по оптимизации сверхпроводящих кубитов на ПД, рассмотреть вопросы их системной организации в функционально полный квантовый процессор. Ознакомить с действующими квантовыми процессорами на таких кубитах.	1, 3, 5, 6, 7

6. Содержание коллоквиумов

Коллоквиумы учебным планом не предусмотрены.

7. Перечень лабораторных занятий

Не предусмотрены учебной программой.

8. Перечень практических работ

№ темы	Всего час.	Наименование практической работы. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии.	Учебно – методическое обеспечение
1	2	3	4
1 - 6	16	Сверхпроводниковая электроника. Быстрая одноквантовая логика. Свойства молекул, лежащие в основе молекулярной элементной базы информатики. (презентационный материал в рамках научного семинара).	1, 2, 3, 4, 8
7 - 12	16	Фуллерены, углеродные нанотрубки и прочие кластеры. Применения УНТ и фуллеренов в информатике. Нанoeлектронная элементная база информатики на основе графена. (презентационный материал в рамках научного семинара).	1, 2, 3, 8
13 - 18	22	Принципы квантовых вычислений.	1, 2, 4, 5, 8

Методические указания приведены в соответствующем разделе ИОС [8].

9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего Час.	Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Учебно – методическое обеспечение
1	2	3	4
1.	6	<u>Сверхпроводниковая электроника</u> Принципы работы логических схем на криотронах, магнитометров на переходах Джозефсона.	1, 2, 8
2.	6	<u>Сверхпроводниковая электроника</u> <u>Возможности и применения сквидов.</u>	2, 3, 8
3.	6	<u>Быстрая одноквантовая логика</u> Принципы построения основных схем быстрой одноквантовой логики.	1, 8
4.	8	<u>Быстрая одноквантовая логика</u>	1, 8

		Достигнутые в этой области техники результаты.	
5.	8	<u>Свойства молекул, лежащие в основе молекулярной элементной базы информатики</u> Энергетические спектры атомов и молекул, их пространственные конфигурации, способности к поляризации электронных оболочек, взаимодействию спинов электронов и ядер.	3, 6, 7, 8
6.	8	<u>Свойства молекул, лежащие в основе молекулярной элементной базы информатики</u> Более детально остановиться на способности многих молекул к селективному "распознаванию" и объяснить принципы построения молекулярных сенсоров с люминесцентным маркером и сенсоров на наночастицах металлов, привести примеры их применения.	3, 6, 7, 8
7.	8	<u>Фуллерены, углеродные нанотрубки и прочие кластеры</u> Новые формы существования углерода, как углеродные нанотрубки (УНТ), фуллерены, "луковицы", с их уникальными свойствами, с возможностями капсулирования в них других атомов, ионов, малых молекул, с возможностями химической "специализации" УНТ и фуллеренов.	1, 2, 3, 8
8.	6	<u>Фуллерены, углеродные нанотрубки и прочие кластеры</u> Перспективы формирования на основе УНТ и фуллеренов наноразмерных межсоединений и резисторов интегральных схем.	1, 2, 3, 4
9.	6	<u>Применения УНТ и фуллеренов в информатике</u> Объяснить, как работают построенные на УНТ варианты флеш-памяти с плавающим затвором, с зарядовыми ловушками, на элементах с изменением фазового состояния, а также 2 варианта электромеханической памяти.	1, 5, 6, 7
10.	6	<u>Применения УНТ и фуллеренов в информатике</u> Показать перспективы применения УНТ для построения сенсоров и устройств визуального отображения информации.	1, 5, 6, 7
11.	8	<u>Нанoeлектронная элементная база информатики на основе графена</u> Объяснить принципы построения полевых транзисторов на сплошных пленках и на узких полосках графена, построения химически чувствительных полевых транзисторов (ХЧПТ) и	1, 2, 4

		других сенсоров на основе графена.	
12.	6	<u>Наноэлектронная элементная база информатики на основе графена</u> Дать обзор методов изготовления графена и графеновых полосок.	1, 2, 4
13.	8	<u>Принципы квантовых вычислений</u> Наиболее успешные квантовые алгоритмы, отличие классов сложности задач для классических и для квантовых вычислений.	1, 2, 4, 5
14.	8	<u>Принципы квантовых вычислений</u> Общая структура аппаратуры для квантовых вычислений и организацию ее работы. Основные технические требования к элементной базе квантовых процессоров.	1, 2, 4, 5
15.	8	<u>Квантовые процессоры на основе спинового магнитного резонанса</u> Принципы работы спиновых кубитов и возможности выполнения квантовых логических операций над ними с помощью импульсов резонансного поперечного магнитного поля.	1, 3, 4, 5
16.	6	<u>Квантовые процессоры на основе спинового магнитного резонанса</u> Структура и принципы функционирования нескольких вариантов квантового процессора на спинах атомных ядер.	1, 3, 4, 5
17.	6	<u>Квантовые процессоры на переходах Джозефсона</u> Возможные варианты выполнения квантовых логических операций над кубитами.	1, 3, 5, 6, 7
18.	8	<u>Квантовые процессоры на переходах Джозефсона</u> Ознакомиться с действующими квантовыми процессорами на таких кубитах.	1, 3, 5, 6, 7

Методические указания по самостоятельному изучению отдельных разделов дисциплины приведены в соответствующем разделе ИОС [8].

10. Расчетно-графическая работа

Не предусмотрен учебной программой.

11. Курсовая работа

Не предусмотрен учебной программой.

12. Курсовой проект

Не предусмотрен учебной программой.

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

В процессе освоения образовательной программы формируются отдельные элементы компетенций:

- способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения (ПК 2).

Содержание лекционного курса и практических занятий формируют на рассматриваемом этапе элементы компетенций в части, касающейся знаний основ и физических принципов наноэлектроники, приборов и устройств наноэлектроники, умений самостоятельно изучать и анализировать результаты практических и самостоятельных исследований, оценивать перспективы наноэлектроники, владений навыками проводить практические исследования с применением методик планирования физического эксперимента с целью исследования различных параметров и характеристик приборов, схем и т.д.

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 и самостоятельным работам, для оценки способности студента применить полученные ранее знания для проведения анализа, опыта, а также составления выводов;

- подготовки студентом самостоятельно и под руководством преподавателя отчета и презентации по выданной теме (это может быть и практическая работа, курсовая работа, курсовой проект, самостоятельная работа, если это прописано в методических указаниях по данным видам деятельности);

- выступление студента с докладом, как способ проверки знаний, умений, навыков по пройденным темам изучаемого предмета (это может быть и практическая работа, курсовая работа, курсовой проект, самостоятельная работа, если это прописано в методических указаниях по данным видам деятельности).

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» 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:

- лабораторных работ,
- самостоятельной работы.

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

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

Оценка	Критерии оценивания результатов обучения
Зачтено	Выставляется студенту, если задание выполнено в

(отлично)	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 и самостоятельной 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.

При этом руководствуются следующими критериями при оценивании выступления и ответов на вопросы при докладе презентационного материала [8]:

Оценка	Критерии оценивания результатов обучения
--------	--

<p>Зачтено (отлично)</p>	<p>Студенты работают полностью самостоятельно: подбирают материал для подготовки презентационного материала (презентация и доклад).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Содержание доклада соответствует заявленной теме и в полной мере ее раскрывает; - Тема полностью раскрыта; представлен обзор литературных и/или патентных источников по данной теме (не старше 5 лет); изложение материала логично и доступно; - Все ответы на вопросы исчерпывающие и аргументированные; - Выступление докладчика полностью соответствует критериям: точность изложения, свободное владение материалом, культура речи и умение привлечь внимание аудитории, лаконичность изложения.
<p>Зачтено (хорошо)</p>	<p>Студенты подбирают материал для подготовки презентационного материала (презентация и доклад).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Содержание доклада, за исключением отдельных моментов соответствует заявленной теме и в полной мере ее раскрывает; - Тема хорошо раскрыта; представлен обзор литературных и/или патентных источников по данной теме (старше 5 лет); в изложении материала есть моменты, нарушающие логичность и доступность; - Все ответы на вопросы даны, но они имеют небольшие неточности и/или недостаточно аргументированы; - Выступление докладчика большей частью соответствует критериям: точность изложения, свободное владение материалом, культура речи и умение привлечь внимание аудитории, лаконичность изложения.
<p>Зачтено (удовлетворительно)</p>	<p>Студенты подбирают материал для подготовки презентационного материала (презентация и доклад) с помощью преподавателя.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Содержание доклада большей частью соответствует заявленной теме и ее раскрывает; - Тема раскрыта удовлетворительно: представлен обзор литературных и/или патентных источников по данной теме (старше 10 лет); в изложении материала есть моменты, нарушающие логичность и доступность; - Не все ответы на вопросы исчерпывающие и

	<p>аргументированные;</p> <p>- Выступление докладчика частично соответствует критериям: точность изложения, свободное владение материалом, культура речи и умение привлечь внимание аудитории, лаконичность изложения.</p>
<p>Не зачтено (неудовлетворительно)</p>	<p>Студенты подбирают материал для подготовки презентационного материала (презентация и доклад) с помощью преподавателя.</p> <p>- Содержание доклада частично соответствует заявленной теме;</p> <p>- Тема не раскрыта; представлен обзор литературных и/или патентных источников по данной теме (старше 10 лет); изложение материала нелогично и недоступно;</p> <p>- Ответы на вопросы отсутствовали или не соответствовали заданной теме;</p> <p>- Выступление докладчика полностью не соответствует критериям: точность изложения, свободное владение материалом, культура речи и умение привлечь внимание аудитории, лаконичность изложения.</p>

Процедура оценивания знаний, умений, навыков по дисциплине «Нанoeлектронная элементная база вычислительной техники» включает учет успешности выполнения практических работ, самостоятельной работы и сдачу экзамена.

Вопросы для экзамена

1. Явление сверхпроводимости, свойства сквидов, переход Джозефсона и их свойства.
2. Принципы работы логических схем на криотронах, магнитометров на переходах Джозефсона.
3. Принципы работы многоканальных магнитометров на сквидах. Магнитокардиографы, магнитоэнцефалографы, сквид-микроскопы. Их возможности.
4. Быстрая одноквантовая логика.
5. Физика формирования на шунтированных переходах Джозефсона пикосекундных одноквантовых импульсов напряжения.
6. Принципы построения основных схем быстрой одноквантовой логики.
7. Преимущества схем быстрой одноквантовой логики.
8. Свойства молекул, лежащие в основе молекулярной элементной базы информатики.
9. Понятия об атомных и молекулярных орбиталях, о возможности их гибридизации, об энергетических спектрах атомов и молекул, об их

- пространственных конфигурациях, способности к поляризации электронных оболочек, взаимодействию спинов электронов и ядер.
10. Основные достижения супрамолекулярной химии.
 11. Способности молекул к селективному "распознаванию" и принципы построения молекулярных сенсоров с люминесцентным маркером и сенсоров на наночастицах металлов, привести примеры их применения.
 12. Фуллерены, углеродные нанотрубки (УНТ) и прочие кластеры.
 13. Новые формы существования углерода, как углеродные нанотрубки (УНТ), фуллерены, "луковицы", с их уникальными свойствами, с возможностями капсулирования в них других атомов, ионов, малых молекул, с возможностями химической "специализации" УНТ и фуллеренов.
 14. Структура УНТ и зависимость их электропроводности от особенностей структуры.
 15. Технологии изготовления УНТ. Показать перспективы формирования на основе УНТ и фуллеренов наноразмерных межсоединений и резисторов интегральных схем.
 16. Применения УНТ и фуллеренов в информатике.
 17. Основные варианты реализации транзисторов и наноэлектромеханических реле на УНТ и логических схем на их основе.
 18. Объяснить, как работают построенные на УНТ варианты флеш-памяти с плавающим затвором, с зарядовыми ловушками, на элементах с изменением фазового состояния, а также 2 варианта электромеханической памяти.
 19. Перспективы применения УНТ для построения сенсоров и устройств визуального отображения информации.
 20. Наноэлектронная элементная база информатики на основе графена.
 21. Структура и свойства графена, возможности его химической модификации, понятие двумерного кристалла.
 22. Принципы построения полевых транзисторов на сплошных пленках и на узких полосках графена, построения химически чувствительных полевых транзисторов (ХЧПТ) и других сенсоров на основе графена.
 23. Методы изготовления графена и графеновых полосок.
 24. Понятие и особенности кубита, квантового регистра, однокубитных и многокубитных квантовых логических операций. Понятие квантовых алгоритмов, квантовых логических схем.
 25. Явление декогерентизации и возможности квантовой коррекции ошибок, с широким спектром предложенных физических реализаций кубитов и квантовых регистров. Основные технические требования к элементной базе квантовых процессоров.
 26. Квантовые процессоры на основе спинового магнитного резонанса.
 27. Принципы работы спиновых кубитов и возможности выполнения квантовых логических операций над ними с помощью импульсов резонансного поперечного магнитного поля.
 28. Структура и принципы функционирования нескольких вариантов квантового процессора на спинах атомных ядер и одного из вариантов квантового процессора с использованием электронных спинов.

29. Квантовые процессоры на переходах Джозефсона.

30. Структура и принципы функционирования разных видов кубитов на переходах Джозефсона (ПД): зарядовых, потоковых, фазовых, зарядово-фазовых. Возможные варианты выполнения квантовых логических операций над такими кубитами.

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 реальными материальными и информационными объектами) применяются технологии проблемного обучения (проведение практических работ - 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 «Наноэлектронная элементная база вычислительной техники» состоит: из лекционной части в мультимедийном исполнении; практических занятий в виде компьютерного практикума в дисплейном классе на персональных компьютерах, соединенных в локальную сеть и имеющих доступ в Internet для закрепления полученных знаний; самостоятельных занятий для подготовки к занятиям, поискового назначения, овладения учебным материалом и освоения дополнительной литературы.

Блок «самостоятельная работа» представляет консультации по электронной почте и в on-line режиме.

15. Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Шишкин Г.Г. Наноэлектроника. Элементы, приборы, устройства [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Шишкин Г.Г., Агеев И.М.— Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.— 409 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/6462>.— ЭБС «IPRbooks».
2. Раскин А.А. Технология материалов микро-, опто- и наноэлектроники. Часть 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Раскин А.А., Прокофьева В.К.— Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний,

2015.— 165 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12273>.— ЭБС «IPRbooks».

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

3. Трубочкина Н.К. Моделирование 3D наносхемотехники [Электронный ресурс]/ Трубочкина Н.К.— Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.— 524 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12234>.— ЭБС «IPRbooks».
4. Зебрев Г.И. Физические основы кремниевой наноэлектроники [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Зебрев Г.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.— 241 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/4585>.— ЭБС «IPRbooks».
5. Неволин В.К. Зондовые нанотехнологии в электронике [Электронный ресурс]/ Неволин В.К.— Электрон. текстовые данные.— М.: Техносфера, 2014.— 174 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26894>.— ЭБС «IPRbooks».

ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ИЗДАНИЯ:

6. Электроника: сводный дом. – М.:ВИНИТИ РАН, 1995-. – Выходит ежемесячно.- ISSN 0206-5452 (2005 – 2013)/
7. Известия вузов. Материалы электронной техники [Текст]. – М.:Изд.дом «Руда и Металлы», 1998 -. – Выходит ежеквартально. – ISSN 1609-3597 (2008-2012).

ИСТОЧНИКИ ИОС:

8. «Наноэлектронная элементная база вычислительной техники».
<https://portal3.sstu.ru/Facult/INETM/EPU/ELNE/V.1.3.11.2/default.aspx> доступ по паролю

16. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

База проведения занятий – СГТУ имени Гагарина Ю.А. кафедра ЭПУ

Для проведения лекционных занятий требуется комплект технических средств обучения. Изложение лекционного материала сопровождается демонстрационным материалом, оформленным в виде презентации в программе Microsoft PowerPoint.

Помещения для самостоятельной работы студентов: аудитории, оборудованные компьютерами с выходом в Интернет.

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