

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра полупроводниковых приборов и микроэлектроники

“УТВЕРЖДАЮ”

ДЕКАН РЭФ

д.т.н. Хрусталева В. А.

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Семинары по специальности

Образовательная программа: 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, магистерская программа: Компоненты микро- и наносистемной техники

Курс: 1 2, семестры : 2 3

Факультет радиотехники и электроники,

		Семестр	
№	Вид деятельности	2	3
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	2	1
2	Всего часов	72	36
3	Всего занятий в контактной форме, час.	61	40
4	Лекции, час.	0	0
5	Практические занятия, час.	54	36
6	Лабораторные занятия, час.	0	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	8	12
8	Аттестация, час.	2	2
9	Консультации, час.	5	2
10	Самостоятельная работа, час.	11	0
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ	
12	Вид аттестации	ДЗ	3

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

ФГОС введен в действие приказом №990 от 09.09.2015 г. , дата утверждения: 05.10.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ППиМЭ, протокол заседания кафедры №5 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета радиотехники и электроники, протокол № 6 от 21.06.2017

Программу разработал:

профессор, д.т.н. Гридчин В. А.

Заведующий кафедрой:

с.н.с., д.ф-м.н. Гайслер В. А.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Гайслер В. А.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.1 способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения; в части следующих результатов обучения:	
31. иметь представление о последних открытиях в области нанотехнологии и микросистемной техники	
36. знать передовой отечественный и зарубежный опыт и достижения в области нанотехнологии и микросистемной техники	
Компетенция ФГОС: ПК.1 готовность формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач; в части следующих результатов обучения:	
31. знать основные задачи, направления, тенденции и перспективы развития нанотехнологии и микросистемной техники, а также смежных областей науки и техники	
у3. владеть современной научной терминологией и основными теоретическими и экспериментальными подходами в передовых направлениях нанотехнологии и микросистемной техники	
Компетенция ФГОС: ПК.4 готовность выполнять научно-технические отчеты, доклады, публикации по результатам выполненных исследований; в части следующих результатов обучения:	
у4. уметь делать доклады на заданную научную тему	

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Семинары по специальности</i>	
ОПК.1.31 иметь представление о последних открытиях в области нанотехнологии и микросистемной техники	
1.иметь представление о последних открытиях в области нанотехнологии и микросистемной техники	Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.1.36 знать передовой отечественный и зарубежный опыт и достижения в области нанотехнологии и микросистемной техники	
2.знать передовой отечественный и зарубежный опыт и достижения в области нанотехнологии	Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.1.31 знать основные задачи, направления, тенденции и перспективы развития нанотехнологии и микросистемной техники, а также смежных областей науки и техники	
3.Новые тенденции по пути увеличения быстродействия транзисторных структур	Практические занятия; Самостоятельная работа
4.новые материалы	Практические занятия; Самостоятельная работа
5.Получение знаний о современном состоянии нанотехнологии и нанoeлектроники.	Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.1.у3 владеть современной научной терминологией и основными теоретическими и экспериментальными подходами в передовых направлениях нанотехнологии и микросистемной техники	
6.навыками работы с периодической научной литературой, дискуссией на заданную тему и выступлений на научных семинарах	Практические занятия; Самостоятельная работа
7.Готовностью выполнять научно-технические отчеты, доклады, публикации по результатам выполненных исследований	Практические занятия; Самостоятельная работа
8.готовностью формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии	Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.4.у4 уметь делать доклады на заданную научную тему	

9.Применять опыт других исследователей при выборе технологий и материалов для получения заданных характеристик определенного типа приборов	Практические занятия; Самостоятельная работа
10.делать доклады на заданную тему	Практические занятия
11.Умение осуществлять целевой поиск информации при решении научной проблемы в области нанoeлектроники. Формирование навыков подготовки научных докладов и участия в научных дискуссиях.	Практические занятия

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 2				
Дидактическая единица: Физика поверхности, физика низкоразмерных структур; основные технологии микро- и нанoeлектроники; КМОП-технология - основа современных ИС, литография - основной элемент технологии ИС, многослойная развязка ИС; структуры Кремний-На-Изоляторе (КНИ), способы получения, приборы на основе КНИ; транзисторы с высокой подвижностью электронов; квантовые точки, одноэлектроника; углеродные материалы для нанoeлектроники, углеродные нанотрубки, графен, методы получения, основные свойства; спинтроника, проблемы спинтроники; квантовый компьютер и квантовые вычисления, полупроводниковая элементарная база квантового компьютера; фотонные кристаллы.				
1. Современные методы исследования и модификации поверхности. Основные материалы нанoeлектроники.	0	6	1, 11, 6	практика
2. Технология получения полупроводникового кремния Влияние кислорода на качество монокристаллического кремния. Производство кремниевых пластин: резка, полировка, очистка. Внутреннее гетерирование. Качество подзатворного диэлектрика. Последние достижения в этой области. Окисление кремния. Механизмы окисления, кинетика процесса окисления.	0	4	11, 5	практика
3. Свойства применения силицидов. Получение силицидов:совместное осаждение тугоплавкого металла и кремния, осаждение из газовой фазы (CVD) распыление из двух или более мишеней, использование одной мишени из силицидного сплава. Процесс стабилизации удельного сопротивления силицидов и надежность приборов. Заряд в окисле и ловушки. Пробой диэлектрика при приложении электрического поля. Пробой изоляции в СБИС.	6	6	11, 2, 4, 5, 8, 9	практика

4. Диэлектрические материалы. Диэлектрики и их применение в наноэлектронике, требование к материалам. Вертикальная изоляция и СБИС технологии. Высокотемпературные диэлектрики. Низкотемпературные интерметаллические изоляторы. Скрытые дефекты в диэлектрических слоях. Пассивация металлических слоев. Многослойная разводка. Преимущества (уменьшение длины линий связи, уменьшении площади для размещения линий разводки - увеличение плотности элементов) и недостатки (увеличение количества шаблонов и литографий, необходимость добавочной поэтапной планаризации - химико-механическая полировка)	0	4	11, 4, 8, 9	практика
5. Применение для создания наноразмерных транзисторов и ИС новых диэлектриков с пониженной диэлектрической проницаемостью (low-k) для пассивации и межслойной изоляции и с повышенной (high - k), для подзатворного диэлектрика.	0	6	4, 5	практика
6. Литография - основной элемент технологии ИС (оптическая, электронная, ионная, применение синхротронного излучения. Преимущества, недостатки, достигнутые параметры).	0	6	11, 5	практика
7. КМОП-технология - основа современной ИС на примере одного из основных логических элементов вычислительной техники - КМОП-МДП - инвертора (конструкция, характеристики). Применение КМОП технологии для создания матриц фотоприёмников и цветочувствительных элементов.	0	6	1, 3, 4	практика
8. Физика изменения подвижности при приложении механических напряжений к полупроводнику (Si). Введение механических напряжений в МДПТ. Методы. Влияние сжатие и растяжения на МДПТ в КМОП структуре	0	6	10, 3, 5, 9	практика

9. Структуры кремний на-изоляторе (КНИ). Диэлектрические слои в структурах и приборах КНИ. Способы получения. Применение КНИ-структур в нанoeлектронике. Предельные характеристики нанотранзисторов.	0	4	11, 3, 7	практика
10. Транзистор с высокой подвижностью в канале (НЕМРТ). Структура, причины повышения подвижности.	2	6	3, 4	практика
Семестр: 3				
Дидактическая единица: Физика поверхности, физика низкоразмерных структур; основные технологии микро- и нанoeлектроники; КМОП-технология - основа современных ИС, литография - основной элемент технологии ИС, многослойная развязка ИС; структуры Кремний-На-Изоляторе (КНИ), способы получения, приборы на основе КНИ; транзисторы с высокой подвижностью электронов; квантовые точки, одноэлектроника; углеродные материалы для нанoeлектроники, углеродные нанотрубки, графен, методы получения, основные свойства; спинтроника, проблемы спинтроники; квантовый компьютер и квантовые вычисления, полупроводниковая элементарная база квантового компьютера; фотонные кристаллы.				
11. Увеличение быстродействия МДП транзистора за счёт увеличения подвижности носителей заряда в канале. Исполнения сплава GeSi, напряжённого кремния и др. Примеры транзисторных структур и их параметров.	0	2	10, 3, 5	практика
12. Дисплеи: а) Жидкокристаллические с управлением матрицей тонкоплёночных транзисторов, б) Люминофорные, в) Плазменные	8	6	4, 5, 6	практика
13. Si-Ge-структуры с квантовыми точками. Методы получения самоорганизованных Si-Ge наноструктур. Электрические оптические и фотоэлектрические свойства квантово-размерных структур Si-Ge.	0	2	11, 4, 8	практика
14. Эффект памяти в диэлектриках, содержащих полупроводниковые нанокристаллы. Флэш-память на нанокристаллах с использованием high-k диэлектриков.	0	2	4, 5	практика
15. Полупроводниковые нанотрубки. Принцип-технология получения. Возможные применения.	0	6	10, 3, 4	практика
16. Графен. Структура. Методы получения. Основные свойства. Предполагаемое применение	4	6	4, 5	практика

17. Проблемы солнечной энергетики	0	2	4, 5, 7	практика
18. Фотонные кристаллы. Общие положения, одно-, двух- и трехмерные фотонные кристаллы. Примеры создания фотонных кристаллов. Применение.	0	2	10, 11, 3	практика
19. Одноэлектронные приборы. Реализация одноэлектронных приборов. Применение одноэлектронных приборов.	0	2	11, 3, 4	практика
20. Квантовый компьютер и квантовые вычисления. Полупроводниковая элементная база квантового компьютера. Предельные физические ограничения компьютерных вычислений. Квантовая телепортация (Квантовая криптография).	0	6	11, 3, 9	практика

Таблица 3.2

Темы для самостоятельного изучения	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 2				
Дидактическая единица: Физика поверхности, физика низкоразмерных структур; основные технологии микро- и нанoeлектроники; КМОП-технология - основа современных ИС, литография - основной элемент технологии ИС, многослойная развязка ИС; структуры Кремний-На-Изоляторе (КНИ), способы получения, приборы на основе КНИ; транзисторы с высокой подвижностью электронов; квантовые точки, одноэлектроника; углеродные материалы для нанoeлектроники, углеродные нанотрубки, графен, методы получения, основные свойства; спинтроника, проблемы спинтроники; квантовый компьютер и квантовые вычисления, полупроводниковая элементарная база квантового компьютера; фотонные кристаллы.				
1. подготовка ргз	0	7	2, 4	презентация

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 2				
1	РГЗ	2, 4, 6	2	0
, подробная информация приведена в приложении №3 : Твердотельная электроника : учебно-методическое пособие : лабораторный практикум / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Драгунов В. П., Остертак Д. И.]. - Новосибирск, 2011. - 51 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000154413				
2	Подготовка к занятиям	3	0	5
: Твердотельная электроника : учебно-методическое пособие : лабораторный практикум / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Драгунов В. П., Остертак Д. И.]. - Новосибирск, 2011. - 51 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000154413				
3	Подготовка к занятиям	1, 2	2	0
: Твердотельная электроника : учебно-методическое пособие : лабораторный практикум / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Драгунов В. П., Остертак Д. И.]. - Новосибирск, 2011. - 51 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000154413				

4	Дополнительная учебная деятельность	2, 3	0	0
: Твердотельная электроника : учебно-методическое пособие : лабораторный практикум / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Драгунов В. П., Остертак Д. И.]. - Новосибирск, 2011. - 51 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000154413				
5	Подготовка к аттестации	3, 6, 7, 9	0	0
: Твердотельная электроника : учебно-методическое пособие : лабораторный практикум / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Драгунов В. П., Остертак Д. И.]. - Новосибирск, 2011. - 51 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000154413				
6	Самостоятельное изучение теоретического материала	2, 4	7	0
Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.2 : Твердотельная электроника : учебно-методическое пособие : лабораторный практикум / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Драгунов В. П., Остертак Д. И.]. - Новосибирск, 2011. - 51 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000154413				
Семестр: 3				
1	Подготовка к занятиям	2, 6, 7, 8	0	2
: Твердотельная электроника : учебно-методическое пособие : лабораторный практикум / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Драгунов В. П., Остертак Д. И.]. - Новосибирск, 2011. - 51 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000154413				
2	Дополнительная учебная деятельность	5, 6, 7, 9	0	0
: Твердотельная электроника : учебно-методическое пособие : лабораторный практикум / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Драгунов В. П., Остертак Д. И.]. - Новосибирск, 2011. - 51 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000154413				
3	Подготовка к аттестации	3, 7	0	0
: Твердотельная электроника : учебно-методическое пособие : лабораторный практикум / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Драгунов В. П., Остертак Д. И.]. - Новосибирск, 2011. - 51 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000154413				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail
Консультирование	e-mail
Контроль	Личный типовой сайт

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм
1	Дискуссия
Краткое описание применения: В учебном процессе	
Подробная информация об использовании технологии приводится в приложении №2 "Твердотельная электроника : учебно-методическое пособие : лабораторный практикум / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Драгунов В. П., Остертак Д. И.]. - Новосибирск, 2011. - 51 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000154413 "	

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 2		
<i>Подготовка к занятиям:</i>	0	10
<i>Дополнительная учебная деятельность:</i>	0	
<i>Практические занятия:</i>	25	40
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Твердотельная электроника : учебно-методическое пособие : лабораторный практикум / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Драгунов В. П., Остертак Д. И.]. - Новосибирск, 2011. - 51 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000154413 "		
<i>РГЗ:</i>	15	30
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Твердотельная электроника : учебно-методическое пособие : лабораторный практикум / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Драгунов В. П., Остертак Д. И.]. - Новосибирск, 2011. - 51 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000154413 "		
<i>Зачет:</i>	10	20
Контролирующие материалы (тесты) приводятся в "Твердотельная электроника : учебно-методическое пособие : лабораторный практикум / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Драгунов В. П., Остертак Д. И.]. - Новосибирск, 2011. - 51 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000154413 "		
Семестр: 3		
<i>Подготовка к занятиям:</i>	20	40
<i>Дополнительная учебная деятельность:</i>	0	
<i>Практические занятия:</i>	20	40
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Твердотельная электроника : учебно-методическое пособие : лабораторный практикум / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Драгунов В. П., Остертак Д. И.]. - Новосибирск, 2011. - 51 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000154413 "		
<i>Зачет:</i>	10	20
Контролирующие материалы (тесты) приводятся в "Твердотельная электроника : учебно-методическое пособие : лабораторный практикум / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Драгунов В. П., Остертак Д. И.]. - Новосибирск, 2011. - 51 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000154413 "		

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля	
		Защита РГЗ	Зачет
ОПК.1	31. иметь представление о последних открытиях в области нанотехнологии и микросистемной техники	+	+
	36. знать передовой отечественный и зарубежный опыт и достижения в области нанотехнологии и микросистемной техники	+	+
ПК.1	31. знать основные задачи, направления, тенденции и перспективы развития нанотехнологии и микросистемной техники, а также смежных областей науки и техники	+	+
	у3. владеть современной научной терминологией и основными теоретическими и экспериментальными подходами в передовых направлениях нанотехнологии и микросистемной техники	+	+
ПК.4	у4. уметь делать доклады на заданную научную тему	+	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Кравченко А. Ф. История науки и техники / А. Ф. Кравченко. - Новосибирск, 2005. - 434 с. : ил., фото., портр.
2. Наноматериалы. Нанотехнологии. Наносистемная техника. Мировые достижения за 2005 год : сборник / под ред. П. П. Мальцева. - М., 2006. - 149, [2] с. : ил.
3. Кравченко А. Ф. Электронные процессы в твердотельных системах пониженной размерности / А. Ф. Кравченко, В. Н. Овсянко. - Новосибирск, 2000. - 447 с. : ил., схемы, табл.
4. Драгунов В. П. Наноструктуры: физика, технология, применение : учебное пособие / В. П. Драгунов, И. Г. Неизвестный ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 354, [1] с. : ил.

Дополнительная литература

1. Гридчин В. А. Физика микросистем. Ч. 2 : [учебное пособие для вузов] / В. А. Гридчин, И. Г. Неизвестный, В. Н. Шумский ; [Новосиб. гос. техн. ун-т]. - Новосибирск, 2006. - 495 с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000066370
2. Экспериментальные исследования в области квантовой криптографии / В. Л. Курочкин [и др.] // Микроэлектроника. - 2011. - Т. 40, № 4. - С. 264-273.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniy.com" : <http://znaniy.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Твердотельная электроника : учебно-методическое пособие : лабораторный практикум / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Драгунов В. П., Остертак Д. И.]. - Новосибирск, 2011. - 51 с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000154413

8.2 Специализированное программное обеспечение

- 1 Microsoft Windows
- 2 Microsoft Office

9. Материально-техническое обеспечение

Специальное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Проектор BenQ	Используется для проведения семинарских занятий

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Семинары по специальности приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК.1 способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	з1. иметь представление о последних открытиях в области нанотехнологии и микросистемной техники	Современные методы исследования и модификации поверхности. Основные материалы нанoeлектроники.	РГЗ (написание реферата)	Зачет в тестовой форме
ОПК.1	зб. знать передовой отечественный и зарубежный опыт и достижения в области нанотехнологии и микросистемной техники	Свойства применения силицидов. Получение силицидов:совместное осаждение тугоплавкого металла и кремния, осаждение из газовой фазы (CVD) распыление из двух или более мишеней, использование одной мишени из силицидного сплава. Процесс стабилизации удельного сопротивления силицидов и надежность приборов. Заряд в окисле и ловушки. Пробой диэлектрика при приложении электрического поля. Пробой изоляции в СБИС.	РГЗ (написание реферата)	Зачет в тестовой форме
ПК.1/НИ готовность формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	з1. знать основные задачи, направления, тенденции и перспективы развития нанотехнологии и микросистемной техники, а также смежных областей науки и техники	Si-Ge-структуры с квантовыми точками. Методы получения самоорганизованных Si-Ge наноструктур. Электрические оптические и фотоэлектрические свойства квантово-размерных структур Si-Ge. Графен. Структура. Методы получения. Основные свойства. Предполагаемое применение Дисплеи: а) Жидкокристаллические с управлением матрицей тонкоплёночных транзисторов, б) Люминофорные, в) Плазменные Применение для создания наноразмерных транзисторов и ИС новых диэлектриков с пониженной диэлектрической проницаемостью (low-k) для пассивации и межслойной изоляции и с повышенной (high - k) для подзатворного	РГЗ (написание реферата)	Зачет в тестовой форме

		диэлектрика. Структуры кремний на-изоляторе (КНИ). Диэлектрические слои в структурах и приборах КНИ. Способы получения. Применение КНИ-структур в нанoeлектронике. Предельные характеристики нанотранзисторов. Транзистор с высокой подвижностью в канале (HEMT). Структура, причины повышения подвижности. Увеличение быстродействия МДП транзистора за счёт увеличения подвижности носителей заряда в канале. Использование сплава GeSi, напряжённого кремния и др. Примеры транзисторных структур и их параметров. Физика изменения подвижности при приложении механических напряжений к полупроводнику (Si). Введение механических напряжений в МДПТ. Методы. Влияние сжатия и растяжения на МДПТ в КМОП структуре Эффект памяти в диэлектриках, содержащих полупроводниковые нанокристаллы. Флэш-память на нанокристаллах с использованием high-k диэлектриков.		
ПК.1/НИ	у3. владеть современной научной терминологией и основными теоретическими и экспериментальным и подходами в передовых направлениях нанотехнологии и микросистемной техники	Дисплей: а) Жидкокристаллические с управлением матрицей тонкоплёночных транзисторов, б) Люминофорные, в) Плазменные Диэлектрические материалы. Диэлектрики и их применение в нанoeлектронике, требование к материалам. Вертикальная изоляция и СБИС технологии. Высокотемпературные диэлектрики. Низкотемпературные интерметаллические изоляторы. Скрытые дефекты в диэлектрических слоях. Пассивация металлических слоев. Многослойная разводка. Преимущества (уменьшение длины линий связи. уменьшении площади для размещения линий разводки - увеличение плотности элементов) и недостатки (увеличение количества шаблонов и литографий, необходимость добавочной поэтапной планаризации - химико-	РГЗ (написание реферата)	Зачет в тестовой форме

		механическая полировка) Проблемы солнечной энергетики Свойства применения силицидов. Получение силицидов:совместное осаждение тугоплавкого металла и кремния, осаждение из газовой фазы (CVD) распыление из двух или более мишеней, использование одной мишени из силицидного сплава. Процесс стабилизации удельного сопротивления силицидов и надежность приборов. Заряд в окисле и ловушки. Пробой диэлектрика при приложении электрического поля. Пробой изоляции в СБИС. Современные методы исследования и модификации поверхности. Основные материалы нанoeлектроники. Структуры кремний на- изоляторе (КНИ). Диэлектрические слои в структурах и приборах КНИ. Способы получения. Применение КНИ-структур в нанoeлектронике. Предельные характеристики нанотранзисторов.		
ПК.4/НИ готовность выполнять научно-технические отчеты, доклады, публикации по результатам выполненных исследований	у4. уметь делать доклады на заданную научную тему	Диэлектрические материалы. Диэлектрики и их применение в нанoeлектронике, требование к материалам. Вертикальная изоляция и СБИС технологии. Высокотемпературные диэлектрики. Низкотемпературные интерметаллические изоляторы. Скрытые дефекты в диэлектрических слоях. Пассивация металлических слоев. Многослойная разводка. Преимущества (уменьшение длины линий связи, уменьшении площади для размещения линий разводки - увеличение плотности элементов) и недостатки (увеличение количества шаблонов и литографий, необходимость добавочной поэтапной планаризации - химико-механическая полировка) Квантовый компьютер и квантовые вычисления. Полупроводниковая элементная база квантового компьютера. Предельные физические ограничения компьютерных вычислений. Квантовая телепортация	РГЗ (написание реферата)	Зачет в тестовой форме

		(Квантовая криптография). Полупроводниковые нанотрубки. Принци- технология получения. Возможные применения. Свойства применения силицидов. Получение силицидов:совместное осаждение тугоплавкого металла и кремния, осаждение из газовой фазы (CVD) распыление из двух или более мишеней, использование одной мишени из силицидного сплава. Процесс стабилизации удельного сопротивления силицидов и надежность приборов. Заряд в окисле и ловушки. Пробой диэлектрика при приложении электрического поля. Пробой изоляции в СБИС. Современные методы исследования и модификации поверхности. Основные материалы нанoeлектроники. Увеличение быстродействия МДП транзистора за счёт увеличения подвижности носителей заряда в канале. Использования сплава GeSi, напряжённого кремния и др. Примеры транзисторных структур и их параметров. Физика изменения подвижности при приложении механических напряжений к полупроводнику (Si). Введение механических напряжений в МДПТ. Методы. Влияние сжатие и растяжения на МДПТ в КМОП структуре		
--	--	---	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по **дисциплине** проводится в 2 семестре - в форме дифференцированного зачета, в 3 семестре - в форме зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.1, ПК.1/НИ, ПК.4/НИ.

Зачет проводится в письменной форме, по тестам.

Зачет проводится в форме письменного тестирования, варианты теста составляются из вопросов, приведенных в паспорте зачета, позволяющих оценить показатели сформированности соответствующих компетенций

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 2 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (РГЗ). Требования к выполнению РГЗ, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.1, ПК.1/НИ, ПК.4/НИ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками **(0 – 49)**.

Пороговый. Уровень выполнения **работ** отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками **(50 – 72)**.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки **(73 – 86)**.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному **(87 – 100)**.

Паспорт зачета

по дисциплине «Семинары по специальности», 2 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в письменной форме, по тестам. В тесте 16 вопросов.
Студент должен набрать на зачете 20 баллов.

Пример теста для зачета

Вариант 1

1. Термин *“Process Flow”* означает следующее:

- ☐ 1. Диаграмма последовательности технологических процессов с указанием их основных характеристик, обеспечивающая возможность получения продукта с требуемыми характеристиками
- ☐ 2. Перечень операций по изготовлению изделия
- ☐ 3. Комплект проектной документации

2. Основная причина перехода при изготовлении интегральных микросхем (ИМС) от технологии диэлектрической изоляции LOCOS к технологии SHALLOW TRENCH состоит в:

- ☐ 1. Возможности повышения степени интеграции ИМС
- ☐ 2. Исключение высокотемпературного окисления кремния
- ☐ 3. Исключении влияния нитрида кремния на качество изоляции

3. Причина строгого соблюдения требований электронно-вакуумной гигиены на предприятиях по производству ИМС заключается в том, что:

- ☐ 1. Необходимо следовать стандартам отрасли
- ☐ 2. Необходимо обеспечить безопасные и комфортные условия работы персонала
- ☐ 3. Микрозагрязнения прямо влияют на % выхода годных ИМС и экономику предприятия

4. Причины повышенных требований к безопасности персонала при производстве ИМС обусловлены:

- ☐ 1. Использованием в технологии токсичных химических веществ

- ☐ 2. Использованием в технологии пожароопасных химических веществ
- ☐ 3. Использованием в технологии взрывчатых химических веществ
- ☐ 4. Использованием в технологии совокупности перечисленных выше веществ.

5. Основная цель постоянной модификации зарубежного производственного оборудования для ИМС состоит в следующем:

- ☐ 1. Повышении % выхода годных ИМС
- ☐ 2. Исключении возможности ошибки персонала при выполнении технологических операций.
- ☐ 3. Повышение безопасности производства
- ☐ 4. Сочетании перечисленных выше факторов.

6. Электронно-микроскопический cross-section анализ ИМС необходим в технологии ИМС для:

- ☐ 1. Точного измерения проводимости металлизации
- ☐ 2. Измерения дозы ионного легирования областей истока-стока
- ☐ 3. Определения толщин и структуры тонких пленок, формы элементов ИМС

7. Тонкие пленки поликристаллического кремния на затворе, стоке и истоке транзистора силицидируют с целью:

- ☐ 1. Снижения поверхностного сопротивления структуры
- ☐ 2. Снижения паразитной емкости
- ☐ 3. Повышения концентрации легирующей примеси в материале затвора

8. Тонкие пленки диоксида кремния, полученные при 750 °C по реакции пиролиза тетраэтоксисилана в технологии ИМС используют с целью:

- ☐ 1. Изготовления низкотемпературного подзатворного окисла
- ☐ 2. Финишной пассивации готовой ИМС перед корпусированием
- ☐ 3. Изготовления «щелевой» изоляции ИМС (Shallow Trench Isolation)

9. Тонкие пленки борфосфоросиликатного стекла применяют в ИМС с целью:

- ☐ 1. Финишной пассивации ИМС перед корпусированием
- ☐ 2. Надежного разделения диэлектриком уровня транзисторов ИМС от первого уровня металлизации ИМС

- ☐ 3. Абсорбции влаги из нижележащих тонких пленок диоксида кремния

10. Метод химического осаждения из газовой фазы (ХОГФ) используется в технологии ИМС с целью:

- ☐ 1. Формирования областей истоков-стоков транзисторов
- ☐ 2. Окисления поверхности кремния и поликристаллического кремния
- ☐ 3. Нанесения тонких пленок диэлектриков на поверхность ИМС
- ☐ 4. Легирования имеющихся в ИМС затворов транзисторов

11. Из указанных ниже, 2-мя основными типами химических реакций, используемыми для химического осаждения из газовой фазы (ХОГФ) являются реакции:

- ☐ 1. Полимеризация
- ☐ 2. Окисление
- ☐ 3. Пиролиз
- ☐ 4. Дегидратация

12. Из приведенных ниже, к проблематике химического осаждения из газовой фазы (ХОГФ) относятся:

- ☐ 1. Поиск наилучшей конструкции реактора и аппаратуры
- ☐ 2. Поиск условий оптимального ионного легирования поликристаллического кремния
- ☐ 3. Заполнение узких зазоров между элементами сверхбольших ИМС
- ☐ 4. Снижение диэлектрической постоянной в изолирующих диэлектриках металлизации ИМС

13. Из перечисленных ниже, основными входными параметрами процессов химического осаждения из газовой фазы (ХОГФ) являются:

- ☐ 1. Температура подложкодержателя в реакторе
- ☐ 2. Температура диффузанта в емкости для жидкого реагента
- ☐ 3. Давление в реакторе
- ☐ 4. Скорость откачки насосом реактора до остаточного давления

14. Термин «Конформность осаждения» тонкой пленки на рельефе ИМС означает:

- ☐ 1. Толщину тонкой пленки на боковой поверхности ступеньки
- ☐ 2. Отношение толщины пленки на боковой поверхности к толщине пленки на верхней

поверхности ступеньки

- ☐ 3. Воспроизводимость толщины тонкой пленки по площади подложки

15. Для фотолитографии с нормами 0.25 мкм в производстве ИМС применима длина волны источника света:

- ☐ 1. 436 нм
- ☐ 2. 365 нм
- ☐ 3. 248 нм

16. Из приведенных ниже технологических методов при изготовлении ИМС, 2-мя методами диэлектрической изоляции являются:

- ☐ 1. Локальное окисление кремния (LOCOS)
- ☐ 2. Оплавление легированных силикатных стекол
- ☐ 3. Формирование спейсера

	Номера вопросов в тесте															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
№ варианта	Ответы															
1	1	1	3	4	4	3	1	3	2	3	2,3	1,2,3	1,3	2	3	1,3

2. Критерии оценки

- Задание считается выполненным на уровне ниже порогового, если студент при ответе на вопросы не ориентируется в общих и специальных вопросах по заданной теме, оценка составляет от **0 - 9 баллов**.
- Задание считается выполненным на пороговом уровне, если студент при ответе на вопросы в целом ориентируется в общих и специальных вопросах по заданной теме, оценка составляет от **10 – 13 баллов**.
- Задание считается выполненным на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, оценка составляет от **14 – 17 баллов**.
- Задание считается выполненным на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, оценка составляет от **18 до 20 баллов**.

3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 10 баллов (из 20 возможных).

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

Паспорт расчетно-графического задания

по дисциплине «Семинары по специальности», 2 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания по дисциплине студенты должны представить правильно оформленный реферат по темам, предложенным преподавателем.

Оцениваемые позиции:

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ, отсутствует анализ объекта, диагностические признаки не обоснованы, аппаратные средства не выбраны или не соответствуют современным требованиям, оценка составляет **0 -14** баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ выполнены формально: анализ объекта выполнен без декомпозиции, диагностические признаки недостаточно обоснованы, аппаратные средства не соответствуют современным требованиям, оценка составляет от **15 - 19** баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны ,но не оптимизированы, аппаратные средства выбраны без достаточного обоснования, оценка составляет от **20 - 20** баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны и оптимизированы, выбор аппаратных средств обоснован, оценка составляет от **26 до 30** баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины (15 баллов из 30 возможных)

4. Примерный перечень тем РГЗ

1. Исторический аспект развития микроэлектроники и основные технологические решения, обусловившие экспоненциальное развитие микроэлектроники.
2. Исторический аспект развития микроэлектроники и основные технологические решения, обусловившие экспоненциальное развитие микроэлектроники.
3. Системы изоляции транзисторных структур в КМОП технологическом процессе
4. Многослойная разводка в интегральных микросхемах. Преимущества и недостатки.
5. Влияние на величину быстродействия ИС материала и длины линии разводки, материала затвора. Тенденция замены Al и поликремния другими металлами (Ti, Mo, W) и их сплавами.

6. Процессы создания диэлектрических материалов для технологии интегральных микросхем.
7. Фотолитография - основной элемент технологии ИС. (оптическая, электронная, ионная, применение синхротронного излучения. Преимущества, недостатки, достигнутые параметры).
8. Плазменное травление в современных интегральных микросхемах.
9. Процессы осаждения из газовой фазы для получения тонкослойных материалов. Процессы атомно-слоевого осаждения для нано-размерных структур.
10. Проблемы быстродействия интегральных микросхем (ограничения транзисторных структур, ограничения металлизации). Диэлектрики с малыми и большими величинами диэлектрической проницаемости (Low -k and High - k) .
11. Структуры кремний-на-изоляторе
12. Ионная имплантация и другие методы создания проводящих структур. Проблемы создания структур кремний-на-диэлектрике.
13. Эпитаксиальные процессы в производстве микро- и нанoeлектронных объектов.
 14. Многослойная разводка в интегральных микросхемах. Преимущества и недостатки.
 15. Влияние на величину быстродействия ИС материала и длины линии разводки, материала затвора. Тенденция замены Al и поликремния другими металлами (Ti, Mo, W) и их сплавами.
 16. Процессы создания диэлектрических материалов для технологии интегральных микросхем.
 17. Фотолитография - основной элемент технологии ИС. (оптическая, электронная, ионная, применение синхротронного излучения. Преимущества, недостатки, достигнутые параметры).
 18. Плазменное травление в современных интегральных микросхемах.
 19. Процессы осаждения из газовой фазы для получения тонкослойных материалов. Процессы атомно-слоевого осаждения для нано-размерных структур.
 20. Проблемы быстродействия интегральных микросхем (ограничения транзисторных структур, ограничения металлизации). Диэлектрики с малыми и большими величинами диэлектрической проницаемости (Low -k and High - k) .
 21. Структуры кремний-на-изоляторе
 22. Ионная имплантация и другие методы создания проводящих структур. Проблемы создания структур кремний-на-диэлектрике.
 23. Эпитаксиальные процессы в производстве микро- и нанoeлектронных объектов.

Паспорт зачета

по дисциплине «Семинары по специальности», 3 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в письменной форме, по тестам. В тесте 16 вопросов. Максимальный балл для прохождения теста для зачета – 20 баллов.

Пример теста для зачета

Вариант 1

1. Термин *“Process Flow”* означает следующее:

- ☐ 1. Диаграмма последовательности технологических процессов с указанием их основных характеристик, обеспечивающая возможность получения продукта с требуемыми характеристиками
- ☐ 2. Перечень операций по изготовлению изделия
- ☐ 3. Комплект проектной документации

2. Основная причина перехода при изготовлении интегральных микросхем (ИМС) от технологии диэлектрической изоляции *LOCOS* к технологии *SHALLOW TRENCH* состоит в:

- ☐ 1. Возможности повышения степени интеграции ИМС
- ☐ 2. Исключение высокотемпературного окисления кремния
- ☐ 3. Исключении влияния нитрида кремния на качество изоляции

3. Причина строгого соблюдения требований электронно-вакуумной гигиены на предприятиях по производству ИМС заключается в том, что:

- ☐ 1. Необходимо следовать стандартам отрасли
- ☐ 2. Необходимо обеспечить безопасные и комфортные условия работы персонала
- ☐ 3. Микрозагрязнения прямо влияют на % выхода годных ИМС и экономику предприятия

4. Причины повышенных требований к безопасности персонала при производстве ИМС обусловлены:

- ☐ 1. Использованием в технологии токсичных химических веществ
- ☐ 2. Использованием в технологии пожароопасных химических веществ
- ☐ 3. Использованием в технологии взрывчатых химических веществ
- ☐ 4. Использованием в технологии совокупности перечисленных выше веществ.

5. Основная цель постоянной модификации зарубежного производственного оборудования для ИМС состоит в следующем:

- ☐ 1. Повышении % выхода годных ИМС
- ☐ 2. Исключении возможности ошибки персонала при выполнении технологических операций.
- ☐ 3. Повышение безопасности производства
- ☐ 4. Сочетании перечисленных выше факторов.

6. Электронно-микроскопический cross-section анализ ИМС необходим в технологии ИМС для:

- ☐ 1. Точного измерения проводимости металлизации
- ☐ 2. Измерения дозы ионного легирования областей истока-стока
- ☐ 3. Определения толщин и структуры тонких пленок, формы элементов ИМС

7. Тонкие пленки поликристаллического кремния на затворе, стоке и истоке транзистора силицидируют с целью:

- ☐ 1. Снижения поверхностного сопротивления структуры
- ☐ 2. Снижения паразитной емкости
- ☐ 3. Повышения концентрации легирующей примеси в материале затвора

8. Тонкие пленки диоксида кремния, полученные при 750 °C по реакции пиролиза тетраэтоксисилана в технологии ИМС используют с целью:

- ☐ 1. Изготовления низкотемпературного подзатворного окисла
- ☐ 2. Финишной пассивации готовой ИМС перед корпусированием
- ☐ 3. Изготовления «щелевой» изоляции ИМС (Shallow Trench Isolation)

9. Тонкие пленки борофосфоросиликатного стекла применяют в ИМС с целью:

- ☐ 1. Финишной пассивации ИМС перед корпусированием
- ☐ 2. Надежного разделения диэлектриком уровня транзисторов ИСМ от первого уровня

металлизации ИМС

- ☐ 3. Абсорбции влаги из нижележащих тонких пленок диоксида кремния

10. Метод химического осаждения из газовой фазы (ХОГФ) используется в технологии ИМС с целью:

- ☐ 1. Формирования областей истоков-стоков транзисторов
- ☐ 2. Окисления поверхности кремния и поликристаллического кремния
- ☐ 3. Нанесения тонких пленок диэлектриков на поверхность ИМС
- ☐ 4. Легирования имеющихся в ИМС затворов транзисторов

11. Из указанных ниже, 2-мя основными типами химических реакций, используемыми для химического осаждения из газовой фазы (ХОГФ) являются реакции:

- ☐ 1. Полимеризация
- ☐ 2. Окисление
- ☐ 3. Пиролиз
- ☐ 4. Дегидратация

12. Из приведенных ниже, к проблематике химического осаждения из газовой фазы (ХОГФ) относятся:

- ☐ 1. Поиск наилучшей конструкции реактора и аппаратуры
- ☐ 2. Поиск условий оптимального ионного легирования поликристаллического кремния
- ☐ 3. Заполнение узких зазоров между элементами сверхбольших ИМС
- ☐ 4. Снижение диэлектрической постоянной в изолирующих диэлектриках металлизации ИМС

13. Из перечисленных ниже, основными входными параметрами процессов химического осаждения из газовой фазы (ХОГФ) являются:

- ☐ 1. Температура подложкодержателя в реакторе
- ☐ 2. Температура диффузанта в емкости для жидкого реагента
- ☐ 3. Давление в реакторе
- ☐ 4. Скорость откачки насосом реактора до остаточного давления

14. Термин «Конформность осаждения» тонкой пленки на рельефе ИМС означает:

- ☐ 1. Толщину тонкой пленки на боковой поверхности ступеньки

- ☐ 2. Отношение толщины пленки на боковой поверхности к толщине пленки на верхней поверхности ступеньки
- ☐ 3. Воспроизводимость толщины тонкой пленки по площади подложки

15. Для фотолитографии с нормами 0.25 мкм в производстве ИМС применима длина волны источника света:

- ☐ 1. 436 нм
- ☐ 2. 365 нм
- ☐ 3. 248 нм

16. Из приведенных ниже технологических методов при изготовлении ИМС, 2-мя методами диэлектрической изоляции являются:

- ☐ 1. Локальное окисление кремния (LOCOS)
- ☐ 2. Оплавление легированных силикатных стекол
- ☐ 3. Формирование спейсера

	Номера вопросов в тесте															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
№ варианта	Ответы															
1	1	1	3	4	4	3	1	3	2	3	2,3	1,2,3	1,3	2	3	1,3

2. Критерии оценки

- Задание считается выполненным на уровне **ниже порогового**, если студент при ответе на вопросы не ориентируется в общих и специальных вопросах по заданной теме, оценка составляет от **0 – 9 баллов**.
- Задание считается выполненным на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы в целом ориентируется в общих и специальных вопросах по заданной теме, оценка составляет от **10 – 13 баллов**.
- Задание считается выполненным на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, оценка составляет от **14 – 17 баллов**.
- Задание считается выполненным на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, оценка составляет от **18 – 20 баллов**.

3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 10 баллов (из 20 возможных).

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.