МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
“ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ”
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДЕНО
Ученым советом ФГБОУ ВО «ВГУ»
от 30.05.2025 г. протокол №5

Основная профессиональная образовательная программа высшего образования

Направление подготовки
11.04.04 Электроника и наноэлектроника

Программа подготовки
Интегральная электроника и наноэлектроника

Уровень высшего образования – магистратура

Квалификация – магистр

Форма обучения –очная

Год начала подготовки – 2025

СОГЛАСОВАНО
Представитель работодателя:
главный конструктор
АО «ВЗПП-Микрон»
_____ Ю.Л. Фоменко
М.П.

Воронеж 2025

СОГЛАСОВАНО:

Представитель работодателя:
Первый заместитель Генерального директора
АО «ВЗПП-С», к.ф.-м.н. Ровинский А.П.

М.П.

Утверждение изменений в ОПОП для реализации в 20__/20__ учебном году

ОПОП пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 20__/20__ учебном году на заседании Ученого совета университета __.__.20__ г. протокол № ___

Заместитель председателя Ученого совета ФГБОУ ВО «ВГУ»
_____ Е.Е. Чупандина
__.__.20__ г.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения	5
1.1 Нормативные документы	5
1.2 Перечень сокращений, используемых в ОПОП	5
2. Характеристика профессиональной деятельности выпускника	6
2.1 Общее описание профессиональной деятельности выпускников	6
2.2 Перечень профессиональных стандартов	6
3. Общая характеристика основной профессиональной образовательной программы	7
3.1 Профиль образовательной программы	7
3.2 Квалификация, присваиваемая выпускникам образовательной программы	7
3.3 Объем программы	7
3.4 Срок получения образования	7
3.5 Минимальный объем контактной работы по образовательной программе	7
3.6 Язык обучения	7
3.7 Применение электронного обучения и дистанционных образовательных технологий	7
3.8 Реализация образовательной программы в сетевой форме	7
4. Планируемые результаты освоения ОПОП	8
4.1 Универсальные компетенции выпускников и результаты их достижения	8
4.2 Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения	10
4.3 Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения	11
5. Структура и содержание ОПОП	13
5.1 Структура и объем ОПОП	13
5.2 Календарный учебный график	14
5.3 Учебный план	14
5.4 Аннотации рабочих программ дисциплин (модулей), практик	14
5.5 Государственная итоговая аттестация	14
6. Условия осуществления образовательной деятельности	15
6.1 Общесистемные требования	15
6.2 Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение образовательной программы	17
6.3 Кадровые условия реализации программы	17
6.4 Финансовые условия реализации программы	18
6.5 Оценка качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся	18

1. Общие положения

Основная профессиональная образовательная программа (далее – ОПОП) по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» представляет собой комплекс основных характеристик образования (объем, содержание, планируемые результаты) и организационно-педагогических условий (материально-техническое, учебно-методическое, кадровое и финансовое обеспечение), который представлен в виде учебного плана, календарного учебного графика, рабочих программ учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), иных компонентов, оценочных и методических материалов, а также рабочей программы воспитания, календарного плана воспитательной работы, форм аттестации.

1.1 Нормативные документы

- Федеральный закон от 29.12.2012 № 273 – ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Устав ФГБОУ ВО «ВГУ»;
- Федеральный государственный образовательный стандарт по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» высшего образования, утвержденный приказом Минобрнауки России от «22» сентября 2017 г. № 959 (далее – ФГОС ВО);
- Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 26 ноября 2020 г. № 1456 « О внесении изменений в федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования».

1.2 Перечень сокращений, используемых в ОПОП

ФГОС ВО – федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования;

ФУМО – федеральное учебно-методическое объединение;

УК - универсальные компетенции;

ОПК – общепрофессиональные компетенции;

ПК - профессиональные компетенции;

ПООП - примерная основная образовательная программа;

ОПОП – основная профессиональная образовательная программа;

ОТФ - обобщенная трудовая функция;

ТФ - трудовая функция;

ТД - трудовое действие;

ПС – профессиональный стандарт

2. Характеристика профессиональной деятельности выпускников

2.1 Общее описание профессиональной деятельности выпускников

Области профессиональной деятельности, в которых выпускники, освоившие программу магистратуры, могут осуществлять профессиональную деятельность:

29 Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования;
40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности.

Сферами профессиональной деятельности, в которых выпускники, освоившие программу, могут осуществлять профессиональную деятельность, являются:
научные исследования;
проектирование, разработка, монтаж и эксплуатация электронных устройств;
проектирование, технология и производство систем в корпусе и микро- и наноразмерных систем.

Выпускники могут осуществлять профессиональную деятельность и в других областях и (или) сферах профессиональной деятельности при условии соответствия уровня их образования и полученных компетенций требованиям к квалификации работника.

В рамках освоения программы магистратуры выпускники готовятся к решению задач профессиональной деятельности следующих типов:
научно-исследовательский (основной);
проектно-конструкторский (дополнительный).

Основными объектами профессиональной деятельности выпускников являются:
- электронные приборы, схемы и устройства различного функционального назначения;
- процессы проектирования и производства изделий электронной техники.

2.2 Перечень профессиональных стандартов

Перечень используемых профессиональных стандартов, соотнесенных с федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» и используемых при формировании ОПОП, приведен в Приложении 1.

Перечень обобщённых трудовых функций и трудовых функций, имеющих отношение к профессиональной деятельности выпускника данной образовательной программы, представлен в Приложении 2.

3. Общая характеристика основной профессиональной образовательной программы

3.1 Профиль образовательной программы

Профиль образовательной программы в рамках направления подготовки – «Интегральная электроника и наноэлектроника»

3.2 Квалификация, присваиваемая выпускникам образовательной программы

Квалификация, присваиваемая выпускникам образовательной программы: магистр

3.3 Объем программы

Объем программы составляет 120 зачетных единиц вне зависимости от формы обучения, применяемых образовательных технологий, реализации программы с использованием сетевой формы, по индивидуальному учебному плану.

Объем программы, реализуемый за один учебный год, составляет не более 70 з.е. вне зависимости от формы обучения, применяемых образовательных технологий, реализации программы с использованием сетевой формы, по индивидуальному учебному плану (за исключением ускоренного обучения), а при ускоренном обучении – не более 80 з.е.

3.4 Срок получения образования

Срок обучения в очной форме обучения составляет 2 года

3.5 Минимальный объем контактной работы

Минимальный объем контактной работы на реализацию дисциплин (модулей) по образовательной программе составляет 678 часов.

3.6 Язык обучения

Программа реализуется на русском языке

3.7 Применение электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (*в соответствии с ФГОС*)

Реализация программы возможна с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) университета и с использованием массовых открытых онлайн курсов (МООК), размещенных на открытых образовательных платформах.

3.8 Реализация образовательной программы в сетевой форме

Реализация программы в сетевой форме не предусмотрена

4. Планируемые результаты освоения ОПОП

4.1 Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

В результате освоения программы магистратуры у выпускника должны быть сформированы универсальные компетенции (таблица 4.1).

Таблица 4.1

Универсальные компетенции выпускника и индикаторы их достижения

Категория универсальных компетенций	Код	Формулировка компетенции	Код и формулировка индикатора достижения универсальной компетенции
Системное и критическое мышление	УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации УК-1.2 Критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников УК-1.3 Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая достоинства и недостатки
Разработка и реализация проектов	УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1 Формулирует конкретную, специфичную, измеримую во времени и пространстве цель, а также определяет дорожную карту движения к цели, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений УК-2.2 Составляет иерархическую структуру работ, распределяет по задачам финансовые и трудовые ресурсы, использует актуальное ПО УК-2.3 Проектирует смету и бюджет проекта, оценивает эффективность результатов проекта УК-2.4 Составляет матрицу ответственности и матрицу коммуникаций проекта УК-2.5 Использует гибкие технологии для реализации задач с изменяющимися во времени параметрами
Командная работа и лидерство	УК-3	Способен организовать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	УК-3.1 Планирует организацию работы команды и руководство ею с учетом индивидуально-психологических особенностей каждого ее члена УК-3.2 Вырабатывает конструктивную командную стратегию для достижения поставленной цел УК-3.3 Эффективно взаимодействует с участниками образовательного процесса, соблюдая психологически обоснованные правила и нормы общения
Коммуникация	УК-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.1 Выбирает на государственном и иностранном языках коммуникативно приемлемые стратегии академического и профессионального общения УК-4.2 Владеет культурой письменного и устного оформления профессионально ориентированного научного текста на государственном языке РФ УК-4.3 Умеет вести устные деловые переговоры в процессе профессионального взаимодействия

			на государственном языке РФ УК-4.4 Аргументировано и конструктивно отстаивает свои позиции и идеи в академических и профессиональных дискуссиях на государственном языке РФ УК-4.5 Выбирает на иностранном языке коммуникативно приемлемые стратегии академического и профессионального общения УК-4.6 Владеет интегративными коммуникативными умениями в устной и письменной иноязычной речи в ситуациях академического и профессионального общения
Межкультурное взаимодействие	УК-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	УК-5.1 Анализирует важнейшие идеологические и ценностные системы, сформировавшиеся в ходе исторического развития; обосновывает актуальность их использования при социальном и профессиональном взаимодействии УК-5.2 Выстраивает социальное и профессиональное взаимодействия с учетом особенностей основных форм научного и религиозного сознания, деловой и общей культуры представителей других этносов и конфессий, различных социальных групп УК-5.3 Обеспечивает создание недискриминационной среды взаимодействия при выполнении профессиональных задач
Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)	УК-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы её совершенствования на основе самооценки	УК-6.1 Оценивает свои личностные ресурсы на основе самодиагностики и самооценки УК-6.2 Определяет и реализовывает приоритеты своей деятельности и способы ее совершенствования

4.2 Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

В результате освоения программы у выпускника должны быть сформированы общепрофессиональные компетенции (таблица 4.2).

Таблица 4.2

Общепрофессиональные компетенции выпускника и индикаторы их достижения

Категория компетенций	Код	Формулировка компетенции	Код и формулировка индикатора достижения компетенции
Научное мышление	ОПК-1	Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора	ОПК-1.1 Выявляет естественнонаучную сущность проблем в профессиональной сфере ОПК-1.2 Использует передовой отечественный и зарубежный опыт в профессиональной сфере деятельности для решения научно-технических задач ОПК-1.3 Оценивает эффективность выбранных методов и способов решения задач в профессиональной сфере деятельности
Исследовательская деятельность	ОПК-2	Способен применять современные методы исследования, представлять и аргумен-	ОПК-2.1 Применяет современные методы научного анализа, проведения исследований и представления ре-

		тировано защищать результаты выполненной работы	зультатов исследований ОПК-2.2 Формулирует задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования ОПК-2.3 Аргументирует и защищает результаты научных исследований
Владение информационными технологиями	ОПК-3	Способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач	ОПК-3.1 Применяет современные информационные технологии для повышения эффективности научной и образовательной сфер деятельности ОПК-3.2 Использует полученную информацию при формировании новых подходов к решению инженерных задач в профессиональной сфере деятельности ОПК-3.3 Предлагает на основе полученной информации новые идеи и оценивает возможность их реализации при решении инженерных задач в профессиональной сфере деятельности
Компьютерная грамотность	ОПК-4	Способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач	ОПК-4.1 Осуществляет обоснование и выбор прикладного и специализированного программного обеспечения для проведения научных исследований и решения инженерных задач в своей предметной области ОПК-4.2 Применяет современные программные средства (CAD) моделирования, проектирования и приборов, схем и устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения конструирования ОПК-4.3 Разрабатывает программно-математическое обеспечение для проведения научных исследований и решения инженерных задач в своей предметной области

4.3 Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения (обязательные, рекомендуемые, вузовские)

В результате освоения программы у выпускника должны быть сформированы профессиональные компетенции (таблица 4.3).

Таблица 4.3

Тип задач профессиональной деятельности	Код	Формулировка компетенции	Код и формулировка индикатора достижения компетенции
Научно-исследовательский	ПК-1	Готов формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспек-	ПК-1.1 Анализирует размещение элементов на кристаллах в изделиях «система в корпусе» и осуществляет оптимизацию конструкции изделий «система в корпусе» с применением современных средств и методов

		тивами развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	ПК-1.2 Проводит анализ критически важных узлов, тепловыделяющих элементов, источников мощных помех и определяет пути повышения надежности, а также процента выхода годных изделий «система в корпусе» ПК-1.3 Применяет современные методы и средства для оценки и снижения влияния внешних факторов на работу компонентов конструкции изделий «система в корпусе»
Научно-исследовательский	ПК-2	Способен делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения	ПК-2.1 Выполняет обоснованный выбор материалов для изделий «система в корпусе» ПК-2.2 Формулирует технологические, технические условия и ограничения на процесс производства изделий «система в корпусе» ПК-2.3 Оформляет техническую и сопроводительную документацию на изготовление изделий «система в корпусе», подготавливает информацию для оформления патентной документации
Проектно-конструкторский	ПК-3	Способен анализировать состояние научно-технической проблемы путём подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников	ПК-3.1 Составляет описание алгоритма функционирования и циклограммы работы СнК и формулирует предложения по их реализации аппаратными или программными средствами ПК-3.2 Разрабатывает технические требования к созданию аналоговых и аналого-цифро-вых узлов СнК ПК-3.3 Проводит технико-экономичес-кий анализ и обосновывать принимаемые решения по выбору архитектуры СнК
Проектно-конструкторский	ПК-4	Способен разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями	ПК-4.1 Выполняет описание СнК и разрабатывает комплект технических документов ПК-4.2 Разрабатывает функциональные тесты, необходимые для верификации СнК ПК-4.3 Оформляет результаты испытаний поведенческой модели СнК
Научно-исследовательский	ПК-5	Готов осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени	ПК-5.1 Определяет необходимое количество встроенных средств контроля и тестовых элементов на кристаллах изделий «система в корпусе» ПК-5.2 Создаёт необходимые условия для проведения испытаний изделий «система в корпусе» и проводить испытания согласно программе измерений и испытаний ПК-5.3 Выполняет статистический анализ результатов измерений и испытаний изделий «система в корпусе» и готовит заключение по данным статистического анализа
Научно-исследовательский	ПК-6	Способен разрабатывать эффективные алгоритмы решения	ПК-6.1 Создает высокоуровневые поведенческие модели аналоговой части СнК ПК-6.2 Формирует наборы тестовых воздействий

		сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию	для общей поведенческой модели всей СнК ПК-6.3 Разрабатывает тесты и генераторы тестов для моделирования совместной работы программной и аппаратной частей СнК
Проектно-конструкторский	ПК-7	Готов определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ	ПК-7.1 Производит выбор языков описания аппаратуры и стилей описания цифровых блоков, а также выбор средств описания поведенческих моделей аналоговых блоков ПК-7.2 Формулирует задачи функциональной и временной верификации цифровых блоков СнК, производит выбор методики верификации поведенческих моделей аналоговых блоков ПК-7.3 Выполняет анализ аналоговой части СнК с разделением ее на функциональные субблоки, построением списка соединений и разработкой тестовых окружений
Проектно-конструкторский	ПК-8	Способен проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований	ПК-8.1 Использует языки описания аппаратуры при проектировании цифровых и аналоговых блоков СнК ПК-8.2 Моделирует средствами САПР функциональное описание цифровых блоков и использует его результаты для коррекции их функционального описания ПК-8.3 Проводит схемотехническое моделирование аналоговых субблоков и аналоговой подсистемы в целом, анализирует корректность разработанной электрической схемы по результатам моделирования

5. Структура и содержание ОПОП

5.1 Структура и объем ОПОП

ОПОП включает обязательную часть и часть, формируемую участниками образовательных отношений (вариативную).

Программа магистратуры включает блоки, приведённые в таблице 5.1.

Таблица 5.1

Структура программы		Объем программы и ее блоков в з.е.
Блок 1	Дисциплины (модули)	57 з.е.
	в т.ч. дисциплины (модули) обязательной части	39 з.е
Блок 2	Практика	57 з.е.
	в т.ч. практики обязательной части	0 з.е.
Блок 3	Государственная итоговая аттестация	6 з.е.
Объем программы		120 з.е.

Обязательная часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» состоит из дисциплин / модулей, направленных на реализацию универсальных и общепрофессиональных компетенций, а также профессиональных компетенций, установленных в качестве обязательных, и не зависит от профиля ОПОП.

Часть Блока 1, формируемая участниками образовательных отношений, направлена на формирование или углубление универсальных компетенций, формирование рекомендуемых (вузовских) профессиональных компетенций, определяющих способность выпускника решать специализированные задачи профессиональной деятельности, соотнесенные с запросами работодателей.

Матрица соответствия компетенций, индикаторов их достижения и элементов ОПОП приведена в Приложении 3.

В Блок 2 «Практика» включены следующие виды практик – *учебная и производственная*. В рамках ОПОП проводятся следующие практики:

- учебные:

учебная практика по получению первичных навыков научно-исследовательской работы;

учебная практика, проектно-конструкторская;

- производственные:

производственная практика, научно-исследовательская работа;

производственная практика, проектно-конструкторская;

производственная практика, преддипломная.

Формы, способы и порядок проведения практик устанавливаются соответствующим Положением о практической подготовке.

В Блок 3 «Государственная итоговая аттестация» входит выполнение и защита выпускной квалификационной работы.

Объем обязательной части, без учета объема государственной итоговой аттестации, составляет 30,8 % общего объема программы магистратуры, что соответствует п. 2.9 ФГОС ВО.

5.2 Календарный учебный график

Календарный учебный график определяет периоды теоретического обучения, практик, экзаменационных сессий, государственной итоговой аттестации, каникул и их чередования в течение периода обучения, а также сводные данные по бюджету времени (в неделях).

Календарный учебный график основной профессиональной образовательной программы «Интегральная электроника и наноэлектроника» представлен в Приложении 4.

5.3 Учебный план

Учебный план основной профессиональной образовательной программы «Интегральная электроника и наноэлектроника» представлен в Приложении 5.

5.4 Аннотации рабочих программ дисциплин (модулей), практик

Рабочие программы размещены в ЭИОС ВГУ. Каждая рабочая программа содержит оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю), практике.

5.5 Государственная итоговая аттестация

Государственная итоговая аттестация (ГИА) завершает освоение ОПОП, является обязательной. К ГИА допускается обучающийся, не имеющий академической задолженности и в полном объеме выполнивший учебный план (индивидуальный учебный план) по ОПОП.

Порядок проведения, формы, содержание, оценочные материалы, критерии оценки и методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов освоения образовательной программы регламентируется Положением о порядке проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры Воронежского государственного университета, утвержденным Ученым советом ВГУ, и программой государственной итоговой аттестации по образовательной программе, утвержденной Ученым советом физического факультета.

Для обучающихся из числа инвалидов ГИА проводится Университетом с учетом особенностей их психофизического развития, их индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

При формировании программы ГИА совместно с работодателями, объединениями работодателей определены наиболее значимые для профессиональной деятельности результаты обучения в качестве необходимых для присвоения установленной квалификации и проверяемые в ходе ГИА. Программа ГИА выставляется в интрасети ВГУ.

6. Условия осуществления образовательной деятельности

6.1 Общесистемные требования

Университет располагает материально-технической базой, соответствующей действующим противопожарным правилам и нормам для проведения всех видов аудиторных занятий, практической и научно-исследовательской работ обучающихся, предусмотренных учебным планом.

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети "Интернет, как на территории университета, так и вне ее.

ЭИОС университета обеспечивает:

- доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах дисциплин (модулей), практик;
- формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы;
- фиксацию хода образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации;
- проведение учебных занятий, процедур оценки результатов обучения, реализация которых предусмотрена с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий;
- взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и/или асинхронное взаимодействие посредством Интернет;
- доступ к электронно-библиотечным системам (электронным библиотекам), предоставляющий возможность круглосуточного дистанционного индивидуального доступа для каждого обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет, адрес в сети Интернет https://edu.vsu.ru/mod/page/view.php?id=35625:
-

- ЭБС Лань;
- ЭБС «Электронная библиотека технического ВУЗа» (ЭБС «Консультант студента»);
- ЭБС «Университетская библиотека online»;
- ЭБС «Образовательная платформа ЮРАЙТ».
- Национальный цифровой ресурс "РУКОНТ".

Доступ к электронным ресурсам в тестовом доступе:
Springer Nature;
Зарубежные базы данных:
Annual Reviews полнотекстовая база данных научных журналов по естественным, техническим и общественным наукам
Свободный доступ из сети ВГУ: https://annualreviews.lib.vsu.ru
Cambridge Journals полнотекстовая база данных научных журналов по естественным, техническим и общественным наукам
Свободный доступ из сети ВГУ: http://www.journals.cambridge.org/archives
ORF Econtent Library
полнотекстовая база данных книг по естественным, техническим и общественным наукам, предоставляемая Оксфордским Российским фондом
Свободный доступ из сети ВГУ:
https://ebookcentral.proquest.com/lib/voronezhstate/home.action
Oxford Jornals

полнотекстовая база данных научных журналов по естественным, техническим и общественным наукам
Свободный доступ из сети ВГУ: http://www.oxfordjournals.org
Translation and Literature
полнотекстовая база данных научных статей по естественным, техническим, общественным наукам
Свободный доступ из интрасети ВГУ: http://www.euppublishing.com/journal/tal
Wiley Online Library
полнотекстовая база данных научных журналов по естественным, техническим, общественным наукам
Свободный доступ из сети ВГУ: http://onlinelibrary.wiley.com/
Web of Science
мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных. В базе данных индексируются журналы, материалы конференций, монографии, патенты, книжные серии
Свободный доступ из сети ВГУ: http://apps.webofknowledge.com
и др.
Российские базы данных
Наука и научная информация
Ежеквартальный научный рецензируемый журнал открытого доступа.
Свободный доступ: https://www.neiconjournal.com/
Научная электронная библиотека
полнотекстовая база данных научных журналов
Свободный доступ из сети ВГУ: http://elibrary.ru
Электронно-библиотечная система «Издательства Лань»
Свободный доступ из сети ВГУ: https://e.lanbook.com/
(доступ вне сети ВГУ по логину и паролю)
Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»
Свободный доступ из сети ВГУ: https://biblioclub.ru/
(для удаленного доступа пройдите регистрацию на сайте ресурса с компьютеров библиотеки)
Электронно-библиотечная система "Консультант студента"
Свободный доступ из сети ВГУ: http://www.studentlibrary.ru/
(доступ вне сети ВГУ по логину и паролю)
Электронно-библиотечная система "ЮРАЙТ"
Свободный доступ из сети ВГУ: https://biblio-online.ru
(доступ вне сети ВГУ по логину и паролю)
Электронно-библиотечная система "РУКОНТ"
Свободный доступ из сети ВГУ: https://rucont.ru/
(доступ вне сети ВГУ по логину и паролю)
Электронные журналы «ИВИС»
периодические журналы по естественным, техническим, общественным наукам
Свободный доступ из сети ВГУ: https://dlib.eastview.com
Электронно-библиотечная система «IPRBOOKS»
Свободный доступ из сети ВГУ: http://www.iprbookshop.ru
(доступ вне сети ВГУ по логину и паролю)
Сводная база данных «Труды Воронежских ученых» представляет собой библиографическую базу данных, содержащую сведения о публикациях работников высших учебных заведений г. Воронежа.

6.2 Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение программы

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных данной программой, оснащены оборудованием, техническими средствами обучения, программными продуктами, состав которых определяется в РПД, РПП. Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) и подлежит обновлению при необходимости).

При использовании в образовательном процессе печатных изданий библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных в рабочих программах дисциплин (модулей), практик, на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль), проходящих соответствующую практику.

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) и подлежит обновлению (при необходимости).

Перечень материально-технического оборудования и программного обеспечения представлен в Приложении 6.

6.3 Кадровые условия реализации программы

Реализация программы обеспечивается педагогическими работниками университета, а также лицами, привлекаемыми к реализации программы на иных условиях.

Квалификация педагогических работников Университета отвечает квалификационным требованиям, указанным в квалификационных справочниках, и (или) профессиональных стандартах (при наличии).

Более 70% численности педагогических работников Университета, участвующих в реализации программы, и лиц, привлекаемых к реализации программы магистратуры на иных условиях (исходя из количества замещаемых ставок, приведенного к целочисленным значениям), ведут научную, учебно-методическую и (или) практическую работу, соответствующую профилю преподаваемой дисциплины (модуля), что соответствует п. 4.4.3 ФГОС ВО.

Более 10% численности педагогических работников Университета, участвующих в реализации программы магистратуры, и лиц, привлекаемых к реализации программы магистратуры на иных условиях (исходя из количества замещаемых ставок, приведенного к целочисленным значениям), являются руководителями и (или) работниками иных организаций, осуществляющими трудовую деятельность в профессиональной сфере, соответствующей профессиональной деятельности, к которой готовятся выпускники (имеют стаж работы в данной профессиональной сфере не менее 3 лет), что соответствует п. 4.4.4 ФГОС ВО.

Более 70% численности педагогических работников Университета и лиц, привлекаемых к образовательной деятельности Университета на иных условиях (исходя из количества замещаемых ставок, приведенного к целочисленным значениям), имеют ученую степень и (или) ученое звание, что соответствует п. 4.4.5 ФГОС ВО.

6.4 Финансовые условиям реализации программы

Финансовое обеспечение реализации программы осуществляется в объеме не ниже значений базовых нормативов затрат на оказание государственных услуг по реализации образовательных программ высшего образования - программ магистратуры и значений корректирующих коэффициентов к базовым нормативам затрат, определяемых Министерством образования и науки Российской Федерации.

6.5 Оценка качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся

Качество образовательной деятельности и подготовки обучающихся по программе определяется в рамках системы внутренней оценки, а также внешней оценки качества образования.

В целях совершенствования программы при проведении регулярной внутренней оценки качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся по программе привлекаются работодатели и (или) их объединения, иные юридические и (или) физические лица, включая педагогических работников Университета.

Внутренняя оценка качества образовательной деятельности проводится в рамках текущей, промежуточной и государственной (итоговой) аттестаций.

В рамках внутренней системы оценки качества образовательной деятельности по программе обучающимся предоставляется возможность оценивания условий, содержания, и качества образовательного процесса в целом и отдельных дисциплин (модулей) и практик.

Система внутренней оценки качества образования реализуется в соответствии с планом независимой оценки качества, утвержденным ученым советом физического факультета.

Внешняя оценка качества образовательной деятельности по программе проводится в рамках процедуры государственной аккредитации с целью подтверждения соответствия образовательной деятельности по программе требованиям ФГОС ВО с учетом соответствующей ПООП.

Нормативно-методические документы и материалы, регламентирующие и обеспечивающие качество подготовки обучающихся:

- Положение о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета, утвержденное Ученым советом ВГУ;
- Положение о проведении промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования, утвержденное решением Ученого совета ВГУ;
- Положение о порядке проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры Воронежского государственного университета, утвержденное Ученым советом ВГУ;
- Положение о независимой оценке качества образования в Воронежском государственном университете.

Разработчики ОПОП:

Декан физического факультета О.В. Овчинников

Куратор программы, зав. кафедрой физики Полупроводников и микроэлектроники, д.ф.-м.н., профессор Е.Н. Бормонтов

Куратор направления 11.04.04 – Быкадорова Г.В., к.т.н., доцент, доцент кафедры физики полупроводников и микроэлектроники

Программа рекомендована Ученым советом физического факультета от 27.02.2025, протокол №1

Приложение 1

Перечень профессиональных стандартов,
соотнесенных с федеральным государственным образовательным стандартом
направления 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»,
используемых при разработке образовательной программы
«Интегральная электроника и наноэлектроника»

№ п/п	Код профессионального стандарта	Наименование профессионального стандарта
29 Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования		
1.	29.006	Профессиональный стандарт «Специалист по проектированию систем в корпусе», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15 сентября 2016 г. № 519н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 27 сентября 2016 г., регистрационный № 43832)
40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности		
2.	40.016	Профессиональный стандарт «Инженер в области проектирования и сопровождения интегральных схем и систем на кристалле», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 11 апреля 2014 г., регистрационный № 241н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 21 мая 2014 г., регистрационный № 32363), с изменением, внесённым приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12 декабря 2016 г. №727н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 13 января 2017 г., регистрационный № 45230)

Приложение 2

Перечень обобщённых трудовых функций и трудовых функций, имеющих отношение к профессиональной деятельности выпускника образовательной программы «Интегральная электроника и наноэлектроника» уровня магистратуры по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»

Код и наименование профессионального стандарта	**Обобщенные трудовые функции**			**Трудовые функции**	
	код	наименование	уровень квалификации	Наименование	код
29.006 Специалист по проектированию систем в корпусе	C	Разработка и моделирование конструкции и топологии изделий «система в корпусе»	7	Разработка архитектуры изделий «система в корпусе»	C/01.7
				Расчёт, моделирование и трассировка отдельных частей изделий «система в корпусе»	C/02.7
40.016 Инженер в области проектирования и сопровождения интегральных схем и систем на кристалле	B	Разработка синтезопригодного описания уровня регистровых передач	7	Разработка функционального описания цифровых блоков аппаратной части СнК	B/02.7
				Моделирование функционального описания с использованием программ событийного и/или временного моделирования	B/03.7
				Моделирование разработанных цифровых блоков в составе всей системы в целом	B/04.7
				Проведение программно-аппаратной верификации СнК	B/05.7
	E	Разработка аналоговой части интегральной схемы или системы на кристалле	7	Проектировка поведенческой модели аналоговой части проекта для моделирования в составе всей системы в целом	E/02.7
				Осуществление верификации поведенческой модели в составе всей СнК	E/03.7
				Разработка схемотехнических описаний блоков аналоговой части	E/04.7
				Моделирование и анализ результатов моделирования отдельных аналоговых блоков и аналоговой части в целом	E/05.7
	F	Разработка комплекта конструкторской и технической документации на систему на кристалле	7	Разработка описания СнК, разработка комплекта технических документов, подготовка описания и назначения использования чипа СнК	F/01.7

Приложение 3

Матрица соответствия компетенций, индикаторов их достижения и элементов ОПОП

Индекс	Наименование	Формируемые компетенции
Б1	Дисциплины (модули)	
Б1.О	Обязательная часть	
Б1.О.01	Профессиональное общение на иностранном языке	УК-4.5; УК-4.6
Б1.О.02	Филологическое обеспечение профессиональной деятельности	УК-4.1; УК-4.2; УК-4.3; УК-4.4
Б1.О.03	Научно-исследовательская и проектно-конструкторская документация	УК-4.2; ПК-2.3; ПК-4.1; ПК-4.3
Б1.О.04	Проектный менеджмент	УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3; УК-2.4; УК-2.5
Б1.О.05	Разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	УК-5.1; УК-5.2; УК-5.3
Б1.О.06	Современные теории и технологии развития личности	УК-3.1; УК-3.2; УК-6.1; УК-6.2
Б1.О.07	История и методология науки и техники в области электроники	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3
Б1.О.08	Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ОПК-2.1
Б1.О.09	Компьютерные технологии в научных исследованиях	ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3
Б1.О.10	Методы математического моделирования	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-3.3
Б1.О.11	Физика приборов наноэлектроники	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-3.3
Б1.О.12	Приборно-технологическое проектирование электронной компонентной базы	ОПК-3.2; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3
Б1.О.13	Микроконтроллеры и операционные системы реального времени	ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-3.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3
Б1.В	Часть, формируемая участниками образовательных отношений	

Б1.В.01	Проектирование цифровых устройств на Verilog	ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-7.1; ПК-7.2; ПК-8.1; ПК-8.2
Б1.В.02	Языки проектирования схем смешанного сигнала	ПК-6.1; ПК-6.2; ПК-6.3; ПК-7.1; ПК-7.2; ПК-7.3; ПК-8.1; ПК-8.3
Б1.В.03	Диагностика и компьютерное моделирование полупроводниковых микро- и наноструктур	ПК-1.2; ПК-2.1; ПК-2.2
Б1.В.04	Разработка цифровых библиотек стандартных ячеек	ПК-5.1; ПК-8.1; ПК-8.2
Б1.В.05	Проектирование систем на кристалле	ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-4.2; ПК-6.3; ПК-7.1; ПК-8.1; ПК-8.2
Б1.В.ДВ.01	Дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.1	
Б1.В.ДВ.01.01	LabView в автоматизации эксперимента	ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3
Б1.В.ДВ.01.02	Аппаратная реализация нейронных сетей	ПК-3.1; ПК-8.3
Б1.В.ДВ.02	Дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.2	
Б1.В.ДВ.02.01	Основы микро- и наносистемной техники	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-5.1; ПК-5.2
Б1.В.ДВ.02.02	Адаптивные технологии в электронике	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-5.1; ПК-5.2
Б2	Практика	
Б2.О	Обязательная часть	
Б2.В	Часть, формируемая участниками образовательных отношений	
Б2.В.01(У)	Учебная практика по получению первичных навыков научно-исследовательской работы	ПК-1.3; ПК-2.1; ПК-5.3
Б2.В.02(У)	Учебная практика, проектно-конструкторская	ПК-3.1; ПК-3.3; ПК-4.3; ПК-5.2
Б2.В.03(Н)	Производственная практика, научно-исследовательская работа	ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-5.3; ПК-6.1; ПК-6.2
Б2.В.04(Н)	Производственная практика, научно-исследовательская работа	ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-5.3; ПК-6.1; ПК-6.2
Б2.В.05(П)	Производственная практика, проектно-конструкторская	ПК-2.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-6.1; ПК-6.2; ПК-6.3; ПК-7.1; ПК-7.2; ПК-7.3; ПК-8.1; ПК-8.2; ПК-8.3
Б2.В.06(П)	Производственная практика, преддипломная	ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-4.3; ПК-5.3; ПК-7.3
Б3	Государственная итоговая аттестация	

Б3.01(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-4.3; ПК-5.3; ПК-7.1; ПК-7.2; ПК-7.3; ПК-8.1; ПК-8.2; ПК-8.3
ФТД	Факультативы	ПК-2.2; ПК-7.1; ПК-8.1; ПК-8.2
ФТД.01	Элементная база ультрабольших интегральных схем	ПК-2.2
ФТД.02	Цифровые устройства на базе ПЛИС	ПК-7.1; ПК-8.1; ПК-8.2

Приложение 4

Календарный учебный график

Направление подготовки: 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»
Профиль: «Интегральная электроника и наноэлектроника» Форма обучения: очная

Мес	Сентябрь				29 - 5	Октябрь			27 - 2	Ноябрь				Декабрь				29 - 4	Январь			26 - 1	Февраль			23 - 1	Март				30 - 5	Апрель			27 - 3	Май				Июнь				29 - 5	Июль			27 - 2	Август			
Числа	1 - 7	8 - 14	15 - 21	22 - 28		6 - 12	13 - 19	20 - 26		3 - 9	10 - 16	17 - 23	24 - 30	1 - 7	8 - 14	15 - 21	22 - 28		5 - 11	12 - 18	19 - 25		2 - 8	9 - 15	16 - 22		2 - 8	9 - 15	16 - 22	23 - 29		6 - 12	13 - 19	20 - 26		4 - 10	11 - 17	18 - 24	25 - 31	1 - 7	8 - 14	15 - 21	22 - 28		6 - 12	13 - 19	20 - 26		3 - 9	10 - 16	17 - 23	24 - 31
Нед	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
I																		у	*		Э					*															Э											
										*								у	*		Э																				Э											
																		у	*		Э																				Э											
																у		*	Э		К														*						*	Э	П	П	К	К	К	К	К	К	К	К
																у		*	Э		К															*					Э											
																у		*	Э		К						*													Э	Э											
II																			*		Э					*	Н								Н	Н				П	Д											
										*									*		Э					Н	Н								Н	Н				П	Д											
																		*	*		Э					Н	Н								Н	Н				П	Д											
																		*	Э		К					Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	*	Н	П	П	П	П	Д	Д	Д	Д	К	К	К	К	К	К	К	К
																		*	Э		К					Н	Н								Н	*				П	*											
																		*	Э		К					Н	*								Н	П				Д	Д											

Сводные данные

		Курс 1			Курс 2			Итого
		Сем. 1	Сем. 2	Всего	Сем. 3	Сем. 4	Всего	
	Теоретическое обучение и практики	15 2/6	15 1/6	30 3/6	17 1/6		17 1/6	47 4/6
Э	Экзаменационные сессии	2	2	4	2		2	6
У	Учебная практика	2	2	4				4
Н	Научно-исслед. работа					11 1/6	11 1/6	11 1/6
П	Производственная практика		2	2		6	6	8
Д	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы					4	4	4
К	Каникулы	1 3/6	8	9 3/6	1 3/6	8	9 3/6	19
*	Нерабочие праздничные дни (не включая воскресенья)	1 1/6□ (7 дн)	5/6□ (5 дн)	2□ (12 дн)	1 2/6□ (8 дн)	5/6□ (5 дн)	2 1/6□ (13 дн)	4 1/6□ (25 дн)
Продолжительность обучения □ (не включая нерабочие праздничные дни и каникулы)		более 39 нед.			более 39 нед.			

Приложение 5

Учебный план
1курс

№	Индекс	Наименование	Семестр 1										Семестр 2									
			Контроль	Академических часов								з.е.	Недель	Контроль	Академических часов								з.е.	Недель
				Всего	Конт такт.	Лек	Лаб	Пр	КСР	СР	Конт роль				Всего	Конт такт.	Лек	Лаб	Пр	КСР	СР	Конт роль		
ИТОГО (с факультативами)				**1044**								**29**	19 2/6		**1188**								**33**	21 1/6
ИТОГО по ОП (без факультативов)				**1044**								**29**			**1116**								**31**	
ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛИ) И РАССРЕД. ПРАКТИКИ				**936**	**256**	**86**	**60**	**110**		**572**	**108**	**26**	ТО: 15 1/3□ Э: 2		**972**	**254**	**116**	**58**	**80**		**610**	**108**	**27**	ТО: 15 1/6□ Э: 2
1	Б1.О.01	Профессиональное общение на иностранном языке	За	**72**	30			30		42		2		ЗаО	**72**	30			30		42		2	
2	Б1.О.02	Филологическое обеспечение профессиональной деятельности	За	**72**	30			30		42		2												
3	Б1.О.03	Научно-исследовательская и проектно-конструкторская документация	ЗаО	**72**	28	14		14		44		2												
4	Б1.О.04	Проектный менеджмент												За	**72**	28	14		14		44		2	
5	Б1.О.06	Современные теории и технологии развития личности												За	**108**	44	30		14		64		3	
6	Б1.О.09	Компьютерные технологии в научных исследованиях	Эк	**108**	30		30			42	36	3												
7	Б1.О.10	Методы математического моделирования	Эк	**144**	44	14	30			64	36	4												
8	Б1.О.11	Физика приборов наноэлектроники	Эк	**108**	30	30				42	36	3												
9	Б1.О.12	Приборно-технологическое проектирование электронной компонентной базы												Эк КР	**108**	28	14	14			44	36	3	
10	Б1.В.01	Проектирование цифровых устройств на Verilog												Эк	**108**	28	14	14			44	36	3	
11	Б1.В.04	Разработка цифровых библиотек стандартных ячеек												Эк	**108**	28	14		14		44	36	3	
12	Б1.В.05	Проектирование систем на кристалле	ЗаО	**72**	28	14		14		44		2												
13	Б1.В.ДВ.01.01	LabView в автоматизации эксперимента	ЗаО	**72**	28	14		14		44		2												
14	*Б1.В.ДВ.01.02*	*Аппаратная реализация нейронных сетей*	ЗаО	**72**	28	14		14		44		2												
16	Б1.В.ДВ.02.01	Основы микро- и наносистемной техники												За	**72**	30		30			42		2	
17	*Б1.В.ДВ.02.02*	*Трёхмерные интегральные схемы*												За	**72**	30		30			42		2	
19	**Б2.В.03(Н)**	**Производственная практика, научно-исследовательская работа**	ЗаО	**216**	8			8		208		6		ЗаО	**252**	8			8		244		7	
20	ФТД.01	Элементная база ультрабольших интегральных схем												За	**72**	30	30				42		2	
ПРАКТИКИ		(План)		108	2			2		106		3	2		216	4			4		212		6	4
	Б2.В.01(У)	Учебная практика по получению первичных навыков научно-исследовательской работы	За	108	2			2		106		3	2											
	Б2.В.02(У)	Учебная практика, проектно-конструкторская												За	108	2			2		106		3	2
	Б2.В.05(П)	Производственная практика, проектно-конструкторская												За	108	2			2		106		3	2
КАНИКУЛЫ													1 3/6											8

2 курс

№	Индекс	Наименование	Семестр 3										Семестр 4									
			Контроль	Академических часов							з.е.	Недель	Контроль	Академических часов							з.е.	Недель
				Всего	Контакт.	Лек	Лаб	Пр	КСР	СР	Контроль				Всего	Контакт.	Лек	Лаб	Пр	КСР	СР	Контроль		
ИТОГО (с факультативами)				**1089**								**30.25**	19 1/6		**1143**								**31.75**	21 1/6
ИТОГО по ОП (без факультативов)				**1017**								**28.25**			**1143**								**31.75**	
ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛИ) И РАССРЕД. ПРАКТИКИ				**1089**	**254**	**148**	**66**	**40**		**727**	**108**	**30.25**	ТО: 17 1/6☐ Э: 2										ТО: ☐ Э:
1	Б1.О.05	Разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	За	**72**	32	16		16		40		2												
2	Б1.О.07	История и методология науки и техники в области электроники	Эк	**108**	34	34				38	36	3												
3	Б1.О.08	Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники	Эк	**144**	34	34				74	36	4												
4	Б1.О.13	Микроконтроллеры и операционные системы реального времени	ЗаО	**72**	32	16	16			40		2												
5	Б1.В.02	Языки проектирования схем смешанного сигнала	Эк	**144**	32	16	16			76	36	4												
6	Б1.В.03	Диагностика и компьютерное моделирование полупроводниковых микро- и наноструктур	ЗаО	**144**	50	16	34			94		4												
7	**Б2.В.03(Н)**	**Производственная практика, научно-исследовательская работа**	ЗаО	**333**	8			8		325		9.25												
8	ФТД.02	Цифровые устройства на базе ПЛИС	За	**72**	32	16		16		40		2												
ФОРМЫ КОНТРОЛЯ			Эк(3) За(2) ЗаО(3)																					
ПРАКТИКИ		(План)													927	13			13		914		25.75	17 1/6
	Б2.В.05(П)	Производственная практика, проектно-конструкторская											За	108	2			2		106		3	2
	Б2.В.06(П)	Производственная практика, преддипломная											ЗаО	216	3			3		213		6	4
	Б2.В.04(Н)	Производственная практика, научно-исследовательская работа											ЗаО	603	8			8		595		16.75	11 1/6
ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ		(План)												216						207	9	6	4
	Б3.01(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы											Эк	216						207	9	6	4
КАНИКУЛЫ												1 3/6											8

Приложение 6

Материально-техническое обеспечение

Материально-техническое обеспечение основной профессиональной образовательной программы высшего образования
по направлению 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»,
профиль «Интегральная электроника и наноэлектроника»

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля), практик в соответствии с учебным планом	Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения лицензионного (реквизиты подтверждающего документа) и свободно распространяемого
1	Профессиональное общение на иностранном языке	Лингафонный кабинет: кассетный магнитофон, мультимедиа-проектор, экран, пакеты аудио и видео кассет		г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 231
		Аудитория для самостоятельной работы студентов: Сервер на базе 2-х процессоров Xeon E5-2620 v3. – 1 шт., компьютеры HP ProDesk 400 G6 SFF – 9 шт., компьютеры Pentium Dual Core - 2 шт. , подключенные к сети Интернет и с обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ВГУ; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019		г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 146
2	Филологическое обеспечение профессиональной деятельности	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа - мультимедийный кабинет кафедры ФППиМЭ: стационарный мультимедийный проектор Acer X125H – 1 шт., ноутбук emachines e510 – 1 шт.; Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019		г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 218
		Аудитория для самостоятельной работы студентов: Сервер на базе 2-х процессоров Xeon E5-2620 v3. – 1 шт., компьютеры HP ProDesk 400 G6 SFF – 9 шт., компьютеры Pentium Dual Core - 2 шт. , подключенные к сети Интернет и с обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ВГУ; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019		г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 146
3	Научно-исследовательская, проектно-конструкторская документация	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа - мультимедийный кабинет кафедры ФППиМЭ: стационарный мультимедийный проектор Acer X125H – 1 шт., ноутбук emachines e510 – 1 шт.; Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019		г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 218

		Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования: сервер на базе 2-х процессоров Xeon E5-2620 v3. – 1 шт., компьютеры PentiumDualCore - 10 шт.; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 146
		Аудитория для самостоятельной работы студентов: Сервер на базе 2-х процессоров Xeon E5-2620 v3. – 1 шт., компьютеры HP ProDesk 400 G6 SFF – 9 шт., компьютеры Pentium Dual Core - 2 шт. , подключенные к сети Интернет и с обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ВГУ; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 146
4	Проектный менеджмент	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и практических занятий - мультимедийный кабинет кафедры ФППиМЭ: стационарный мультимедийный проектор Acer X125H – 1 шт., ноутбук emachines e510 – 1 шт.; Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 218
		Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования: сервер на базе 2-х процессоров Xeon E5-2620 v3. – 1 шт., компьютеры PentiumDualCore - 10 шт.; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 146
		Аудитория для самостоятельной работы студентов: Сервер на базе 2-х процессоров Xeon E5-2620 v3. – 1 шт., компьютеры HP ProDesk 400 G6 SFF – 9 шт., компьютеры Pentium Dual Core - 2 шт. , подключенные к сети Интернет и с обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ВГУ; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 146
5	Разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и практических занятий - мультимедийный кабинет кафедры ФППиМЭ: стационарный мультимедийный проектор Acer X125H – 1 шт., ноутбук emachines e510 – 1 шт.; Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 218
		Аудитория для самостоятельной работы студентов: Сервер на базе 2-х процессоров Xeon E5-2620 v3. – 1 шт., компьютеры HP ProDesk 400 G6 SFF – 9 шт., компьютеры Pentium Dual Core - 2 шт. , подключенные к сети Интернет и с обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ВГУ; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 146

6	Современные теории и технологии личности	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и практических занятий - мультимедийный кабинет кафедры ФППиМЭ: стационарный мультимедийный проектор Acer X125H – 1 шт., ноутбук emachines e510 – 1 шт.; Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 218
		Аудитория для самостоятельной работы студентов: Сервер на базе 2-х процессоров Xeon E5-2620 v3. – 1 шт., компьютеры HP ProDesk 400 G6 SFF – 9 шт., компьютеры Pentium Dual Core - 2 шт. , подключенные к сети Интернет и с обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ВГУ; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 146
7	История и методология науки и техники в области электроники	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и практических занятий - мультимедийный кабинет кафедры ФППиМЭ: стационарный мультимедийный проектор Acer X125H – 1 шт., ноутбук emachines e510 – 1 шт.; Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 218
		Аудитория для самостоятельной работы студентов: Сервер на базе 2-х процессоров Xeon E5-2620 v3. – 1 шт., компьютеры HP ProDesk 400 G6 SFF – 9 шт., компьютеры Pentium Dual Core - 2 шт. , подключенные к сети Интернет и с обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ВГУ; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 146
8	Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники	Лекционная аудитория кафедры ФТТиНС: ноутбук Toshiba Satellite A200-1M5, проектор InFocus LP70+; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 21
		Аудитория для самостоятельной работы студентов: Сервер на базе 2-х процессоров Xeon E5-2620 v3. – 1 шт., компьютеры HP ProDesk 400 G6 SFF – 9 шт., компьютеры Pentium Dual Core - 2 шт. , подключенные к сети Интернет и с обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ВГУ; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 146

9	Компьютерные технологии в научных исследованиях	Лаборатория компьютерных технологий, САПР и математического моделирования кафедры физики твердого тела и наноструктур: компьютеры Pentium Intel Corei7 - 6 шт., компьютеры Pentium Intel Core Duo - 8шт.; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019; программные пакеты Wien2k, рег. № лицензии W2k-3039; Gaussian 09 RevD.01 S/NFA7355682010; GaussViewS/NFA7139344060, Quartus II version 9.1 Лицензия Build 304 01/25/2010 WebEdition; программные пакеты собственной разработки (свидетельства о гос. рег. программ для ЭВМ № 2011614890 от 22.06.2011; № 2011615201 от 01.07.2011).	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, лаб. 18, 19
		Аудитория для самостоятельной работы студентов: Сервер на базе 2-х процессоров Xeon E5-2620 v3. – 1 шт., компьютеры HP ProDesk 400 G6 SFF – 9 шт., компьютеры Pentium Dual Core - 2 шт. , подключенные к сети Интернет и с обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ВГУ; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 146
10	Методы математического моделирования	Лекционная аудитория кафедры ФТТиНС: ноутбук Toshiba Satellite A200-1M5, проектор InFocus LP70+; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 21
		Лаборатория компьютерных технологий, САПР и математического моделирования кафедры физики твердого тела и наноструктур: компьютеры Pentium Intel Corei7 - 6 шт., компьютеры Pentium Intel Core Duo - 8шт.; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019; программные пакеты Wien2k, рег. № лицензии W2k-3039; Gaussian 09 RevD.01 S/NFA7355682010; GaussViewS/NFA7139344060, Quartus II version 9.1 Лицензия Build 304 01/25/2010 WebEdition; программные пакеты собственной разработки (свидетельства о гос. рег. программ для ЭВМ № 2011614890 от 22.06.2011; № 2011615201 от 01.07.2011).	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, лаб. 18, 19
		Аудитория для самостоятельной работы студентов: Сервер на базе 2-х процессоров Xeon E5-2620 v3. – 1 шт., компьютеры HP ProDesk 400 G6 SFF – 9 шт., компьютеры Pentium Dual Core - 2 шт. , подключенные к сети Интернет и с обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ВГУ; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 146

11	Физика приборов наноэлектроники	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и практических занятий - мультимедийный кабинет кафедры ФППиМЭ: стационарный мультимедийный проектор Acer X125H – 1 шт., ноутбук emachines e510 – 1 шт.; Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 218
		Аудитория для самостоятельной работы студентов: Сервер на базе 2-х процессоров Xeon E5-2620 v3. – 1 шт., компьютеры HP ProDesk 400 G6 SFF – 9 шт., компьютеры Pentium Dual Core - 2 шт. , подключенные к сети Интернет и с обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ВГУ; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 146
12	Приборно-технологическое проектирование электронной компонентной базы	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и практических занятий - мультимедийный кабинет кафедры ФППиМЭ: стационарный мультимедийный проектор Acer X125H – 1 шт., ноутбук emachines e510 – 1 шт.; Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 218
		Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования: сервер на базе 2-х процессоров Xeon E5-2620 v3. – 1 шт., компьютеры PentiumDualCore - 10 шт.; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 146
		Аудитория для самостоятельной работы студентов: Сервер на базе 2-х процессоров Xeon E5-2620 v3. – 1 шт., компьютеры HP ProDesk 400 G6 SFF – 9 шт., компьютеры Pentium Dual Core - 2 шт. , подключенные к сети Интернет и с обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ВГУ; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 146
13	Микроконтроллеры и операционные системы реального времени	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и практических занятий - мультимедийный кабинет кафедры ФППиМЭ: стационарный мультимедийный проектор Acer X125H – 1 шт., ноутбук emachines e510 – 1 шт.; Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 218

		Учебная лаборатория микропроцессорных систем: отладочные комплекты микроконтроллера К1986ВЕ92QI - 6 шт., отладочные комплекты ПЛИС Altera MAX II - 8 шт., компьютеры Lenovo V520-15IKL - 8 шт., цифровые осциллографы UTD2025CL - 3 шт., функциональные генераторы UTG2025A - 3 шт., источники питания QJ1503C – 3 шт., мультиметры цифровые UT39B – 3 шт., телевизор LED 48’’ – 1 шт.; Microsoft Windows 10, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019, свободно распространяемое ПО Quartus Prime 18.1 Lite Edition	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, лаб.224
		Аудитория для самостоятельной работы студентов: Сервер на базе 2-х процессоров Xeon E5-2620 v3. – 1 шт., компьютеры HP ProDesk 400 G6 SFF – 9 шт., компьютеры Pentium Dual Core - 2 шт. , подключенные к сети Интернет и с обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ВГУ; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 146
14	Проектирование цифровых устройств на Verilog	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и практических занятий - мультимедийный кабинет кафедры ФППиМЭ: стационарный мультимедийный проектор Acer X125H – 1 шт., ноутбук emachines e510 – 1 шт.; Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 218
		Учебная лаборатория микропроцессорных систем: отладочные комплекты микроконтроллера К1986ВЕ92QI - 6 шт., отладочные комплекты ПЛИС Altera MAX II - 8 шт., компьютеры Lenovo V520-15IKL - 8 шт., цифровые осциллографы UTD2025CL - 3 шт., функциональные генераторы UTG2025A - 3 шт., источники питания QJ1503C – 3 шт., мультиметры цифровые UT39B – 3 шт., телевизор LED 48’’ – 1 шт.; Microsoft Windows 10, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019, свободно распространяемое ПО Quartus Prime 18.1 Lite Edition	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, лаб.224
		Аудитория для самостоятельной работы студентов: Сервер на базе 2-х процессоров Xeon E5-2620 v3. – 1 шт., компьютеры HP ProDesk 400 G6 SFF – 9 шт., компьютеры Pentium Dual Core - 2 шт. , подключенные к сети Интернет и с обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ВГУ; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 146

15	Языки проектирования схем смешанного сигнала	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и практических занятий - мультимедийный кабинет кафедры ФППиМЭ: стационарный мультимедийный проектор Acer X125H – 1 шт., ноутбук emachines e510 – 1 шт.; Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 218
		Учебная лаборатория микропроцессорных систем: отладочные комплекты микроконтроллера К1986ВЕ92QI - 6 шт., отладочные комплекты ПЛИС Altera MAX II - 8 шт., компьютеры Lenovo V520-15IKL - 8 шт., цифровые осциллографы UTD2025CL - 3 шт., функциональные генераторы UTG2025A - 3 шт., источники питания QJ1503C – 3 шт., мультиметры цифровые UT39B – 3 шт., телевизор LED 48’’ – 1 шт.; Microsoft Windows 10, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019, свободно распространяемое ПО Quartus Prime 18.1 Lite Edition	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, лаб.224
		Аудитория для самостоятельной работы студентов: Сервер на базе 2-х процессоров Xeon E5-2620 v3. – 1 шт., компьютеры HP ProDesk 400 G6 SFF – 9 шт., компьютеры Pentium Dual Core - 2 шт. , подключенные к сети Интернет и с обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ВГУ; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 146
16	Диагностика и компьютерное моделирование полупроводниковых микро- и наноструктур	Лекционная аудитория кафедры ФТТиНС: ноутбук Toshiba Satellite A200-1M5, проектор InFocus LP70+; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 21
		Лаборатория компьютерных технологий, САПР и математического моделирования кафедры физики твердого тела и наноструктур: компьютеры Pentium Intel Corei7 - 6 шт., компьютеры Pentium Intel Core Duo - 8 шт.; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019; программный пакет Quartus II version 9.1 Лицензия Build 304 01/25/2010 WebEdition; программные пакеты собственной разработки (свидетельства о гос. рег. программ для ЭВМ № 2011614890 от 22.06.2011; № 2011615201 от 01.07.2011).	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, лаб.18, 19
		Аудитория для самостоятельной работы студентов: Сервер на базе 2-х процессоров Xeon E5-2620 v3. – 1 шт., компьютеры HP ProDesk 400 G6 SFF – 9 шт., компьютеры Pentium Dual Core - 2 шт. , подключенные к сети Интернет и с обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ВГУ; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 146

		от 30.04.2019	
17	Разработка цифровых библиотек стандартных ячеек	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и практических занятий - мультимедийный кабинет кафедры ФППиМЭ: стационарный мультимедийный проектор Acer X125H – 1 шт., ноутбук emachines e510 – 1 шт.; Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 218
		Учебная лаборатория микропроцессорных систем: отладочные комплекты микроконтроллера К1986ВЕ92QI - 6 шт., отладочные комплекты ПЛИС Altera MAX II - 8 шт., компьютеры Lenovo V520-15IKL - 8 шт., цифровые осциллографы UTD2025CL - 3 шт., функциональные генераторы UTG2025A - 3 шт., телевизор LED 48'' – 1 шт.; Microsoft Windows 10, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, лаб.224
		Аудитория для самостоятельной работы студентов: Сервер на базе 2-х процессоров Xeon E5-2620 v3. – 1 шт., компьютеры HP ProDesk 400 G6 SFF – 9 шт., компьютеры Pentium Dual Core - 2 шт. , подключенные к сети Интернет и с обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ВГУ; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 146
18	Проектирование систем на кристалле	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и практических занятий - мультимедийный кабинет кафедры ФППиМЭ: стационарный мультимедийный проектор Acer X125H – 1 шт., ноутбук emachines e510 – 1 шт.; Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 218
		Учебная лаборатория микропроцессорных систем: отладочные комплекты микроконтроллера К1986ВЕ92QI - 6 шт., отладочные комплекты ПЛИС Altera MAX II - 8 шт., компьютеры Lenovo V520-15IKL - 8 шт., цифровые осциллографы UTD2025CL - 3 шт., функциональные генераторы UTG2025A - 3 шт., телевизор LED 48'' – 1 шт.; Microsoft Windows 10, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, лаб.224
		Аудитория для самостоятельной работы студентов: Сервер на базе 2-х процессоров Xeon E5-2620 v3. – 1 шт., компьютеры HP ProDesk 400 G6 SFF – 9 шт., компьютеры Pentium Dual Core - 2 шт. , подключенные к сети Интернет и с обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ВГУ; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 146

		от 30.04.2019	
19	LabView в автоматизации эксперимента	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и практических занятий - мультимедийный кабинет кафедры ФППиМЭ: стационарный мультимедийный проектор Acer X125H – 1 шт., ноутбук emachines e510 – 1 шт.; Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 218
		Учебно-исследовательская лаборатория проектирования интегральных схем: учебный комплекс NI Elvis II – 1 шт., программируемый источник питания QJ3003P – 1 шт., компьютер Pentium DuoCore – 3 шт.; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019; NI LabVIEW 2013; NI Multisim13.0 Договор № 0331100013513000142_153581 от 18.11.2013 на поставку учебного комплекса NI ELVIS II Circuit Design Bundle (For Academic Use Only)	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, лаб.224
		Аудитория для самостоятельной работы студентов: Сервер на базе 2-х процессоров Xeon E5-2620 v3. – 1 шт., компьютеры HP ProDesk 400 G6 SFF – 9 шт., компьютеры Pentium Dual Core - 2 шт. , подключенные к сети Интернет и с обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ВГУ; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 146
20	Аппаратная реализация нейронных сетей	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и практических занятий - мультимедийный кабинет кафедры ФППиМЭ: стационарный мультимедийный проектор Acer X125H – 1 шт., ноутбук emachines e510 – 1 шт.; Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 218
		Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования: сервер на базе 2-х процессоров Xeon E5-2620 v3. – 1 шт., компьютеры Pentium Dual Core - 10 шт.; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019; MatLab; учебный фильм «Искусственные нейронные сети»	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, лаб. 146
		Аудитория для самостоятельной работы студентов: Сервер на базе 2-х процессоров Xeon E5-2620 v3. – 1 шт., компьютеры HP ProDesk 400 G6 SFF – 9 шт., компьютеры Pentium Dual Core - 2 шт. , подключенные к сети Интернет и с обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ВГУ; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 146

		от 30.04.2019	
21	Основы микро- и наносистемной техники	Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования: сервер на базе 2-х процессоров Xeon E5-2620 v3. – 1 шт., компьютеры Pentium Dual Core - 10 шт.; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019; свободно распространяемые CalculiX и Lammps	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, лаб. 146
		Аудитория для самостоятельной работы студентов: Сервер на базе 2-х процессоров Xeon E5-2620 v3. – 1 шт., компьютеры HP ProDesk 400 G6 SFF – 9 шт., компьютеры Pentium Dual Core - 2 шт. , подключенные к сети Интернет и с обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ВГУ; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 146
22	Адаптивные технологии в электронике	Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования: сервер на базе 2-х процессоров Xeon E5-2620 v3. – 1 шт., компьютеры Pentium Dual Core - 10 шт.; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019; свободно распространяемые CalculiX и Lammps	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, лаб. 146
		Аудитория для самостоятельной работы студентов: Сервер на базе 2-х процессоров Xeon E5-2620 v3. – 1 шт., компьютеры HP ProDesk 400 G6 SFF – 9 шт., компьютеры Pentium Dual Core - 2 шт. , подключенные к сети Интернет и с обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ВГУ; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 146
23	Учебная практика по получению первичных навыков научно-исследовательской работы	Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования: сервер на базе 2-х процессоров Xeon E5-2620 v3. – 1 шт., компьютеры HP ProDesk 400 G6 SFF – 9 шт., компьютеры Pentium Dual Core - 2 шт.; Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, лаб. 146
		Лаборатории и опытное производство: - АО «НИИЭТ», договор о практической подготовке обучающихся № 825 от 11.06.2021, срок действия до 31.12.2026; - АО «КТЦ Электроника», договор о практической подготовке обучающихся № 219 от 24.02.2021, срок действия до 01.12.2026; - АО «ВЗПП-Микрон», договор о практической подготовке обучающихся № 88/21-416 от 17.03.2021, срок действия до 31.12.2026; - лицензионное программное обеспечение АО «НИИЭТ», АО «КТЦ Электроника»»	г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 5 (АО «НИИЭТ»); г. Воронеж, Ленинский проспект, 119А, лит 17А (АО «КТЦ Электроника») г. Воронеж, Ленинский проспект, 119,а (АО «ВЗПП-Микрон»)

		Аудитория для самостоятельной работы студентов: Сервер на базе 2-х процессоров Xeon E5-2620 v3. – 1 шт., компьютеры HP ProDesk 400 G6 SFF – 9 шт., компьютеры Pentium Dual Core - 2 шт. , подключенные к сети Интернет и с обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ВГУ; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 146
24	Учебная практика, проектно-конструкторская	Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования: сервер на базе 2-х процессоров Xeon E5-2620 v3. – 1 шт., компьютеры Pentium Dual Core - 10 шт.; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, лаб. 146
		Учебно-исследовательская лаборатория проектирования интегральных схем: учебный комплекс NI Elvis II – 1 шт., программируемый источник питания QJ3003P – 1 шт., компьютер Pentium DuoCore – 3 шт.; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019; NI LabVIEW 2013; NI Multisim 13.0 Договор № 0331100013513000142_153581 от 18.11.2013 на поставку учебного комплекса NI ELVIS II CircuitDesignBundle (ForAcademicUseOnly)	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, лаб. 144
		Учебная лаборатория микропроцессорных систем: отладочные комплекты микроконтроллера К1986ВЕ92QI - 6 шт., отладочные комплекты ПЛИС Altera MAX II - 8 шт., компьютеры Lenovo V520-15IKL - 8 шт., цифровые осциллографы UTD2025CL - 3 шт., функциональные генераторы UTG2025A - 3 шт., источники питания QJ1503C – 3 шт., мультиметры цифровые UT39B – 3 шт., телевизор LED 48” – 1 шт.; Microsoft Windows 10, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019; свободно распространяемое ПО Quartus Prime 18.1 Lite Edition	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, лаб. 224
		Аудитория для самостоятельной работы студентов: Сервер на базе 2-х процессоров Xeon E5-2620 v3. – 1 шт., компьютеры HP ProDesk 400 G6 SFF – 9 шт., компьютеры Pentium Dual Core - 2 шт. , подключенные к сети Интернет и с обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ВГУ; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 146

25	Производственная практика, научно-исследовательская работа	Учебно-исследовательская лаборатория проектирования интегральных схем: учебный комплекс NI Elvis II – 1 шт., программируемый источник питания QJ3003P – 1 шт., компьютер Pentium DuoCore – 3 шт.; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019; NI LabVIEW 2013; NI Multisim 13.0 Договор № 0331100013513000142_153581 от 18.11.2013 на поставку учебного комплекса NI ELVIS II CircuitDesignBundle (ForAcademicUseOnly)	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, лаб. 144
		Лаборатория микро- и нанодизайна в электронике: компьютеры Pentium Dual Core - 3 шт.; Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, лаб. 140
		Лаборатория функциональных наноматериалов кафедры физики ППиМЭ: анализатор размеров наночастиц Photocor Mini – 1 шт.; аналитические весы VIBRA HT 84RCE – 1 шт.; ультразвуковой диспергатор УЗД1-0,063/22 – 1 шт.; микроинтерферометр МИИ4 – 1 шт.	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, лаб. 55
		Лаборатория компьютерных технологий, САПР и математического моделирования кафедры физики твердого тела и наноструктур: компьютеры Pentium Intel Corei7 - 6 шт., компьютеры Pentium Intel Core Duo - 8 шт.; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019; программный пакет Quartus II version 9.1 Лицензия Build 304 01/25/2010 WebEdition; программные пакеты собственной разработки (свидетельства о гос. рег. программ для ЭВМ № 2011614890 от 22.06.2011; № 2011615201 от 01.07.2011).	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, лаб.18, 19
		Лаборатория спецпрактикумов кафедры ФТТиНС: лабораторный стенд для исследования эффекта термо-ЭДС - 1 шт; лабораторный стенд для исследования электропроводности полупроводников - 1 шт; осциллограф цифровой Rohde&SchwarzHMO 3054 - 1 шт.; осциллограф цифровой Rohde&SchwarzHMO 1004 - 1 шт.; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, лаб. 126
		Лаборатория инфракрасной спектроскопии ЦКПНО ВГУ: ИК-Фурье спектрометр Vertex-70 - 1 шт; Спектрофотометр LAMBDA_650 - 1 шт;	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, лаб. 49
		Совместная лаборатория физики наногетероструктур и полупроводниковых материалов: установка для измерения параметров полупроводниковых материалов на эффекте Холла HMS-2000 - 1 шт; Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, лаб. 28
		Лаборатория электронной микроскопии ЦКПНО ВГУ: растровый электрон-	г. Воронеж, Университетская

		ный микроскоп JEOL JSM-6380LV с микроанализатором OxfordInstruments - 1 шт.;	площадь, д.1, лаб. 7
		Лаборатория рентгеноспектрального и рентгеноструктурного анализа: рентгеновский дифрактометр Радиан ДР-023 - 1 шт., Спектрометр универсальный рентгеновский «Реном» СУР-01 - 1 шт;	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, лаб. 21
		Лаборатория рентгеноспектрального и рентгеноструктурного анализа: рентгеновский дифрактометр ДРОН – 4 -07 - 1 шт.,	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, лаб. 26
		Лаборатория учебного практикума: ллабораторный стенд для получения тонких пленок и наноструктур методами химического осаждения из газовой фазы и электрохимическими методами - 1 шт.; вакуумная технологическая установка для магнетронного и термического нанесения металлических и диэлектрических пленок - 1 шт.; электропечь ПТК-1,4-40 с контролируемой атмосферой и автоматизированным управлением для получения материалов с заданными стехиометрией - 1 шт.; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, лаб. 129
		Лаборатория рентгеноспектрального и рентгеноструктурного анализа: рентгеновский спектрометр-монохроматор РСМ-500 - 1 шт.; Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, лаб. 25
		Лаборатории, опытное производство и лицензионное программное обеспечение :	
		- АО «НИИЭТ», договор о практической подготовке обучающихся № 825 от 11.06.2021, срок действия до 31.12.2026;	г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 5 (АО «НИИЭТ»);
		- АО «ВЗПП-Микрон», договор о практической подготовке обучающихся № 88/21-416 от 17.03.2021, срок действия до 31.12.2026;	г. Воронеж, Ленинский проспект, 119,а (АО «ВЗПП-Микрон») ;
		- АО «КТЦ Электроника», договор о практической подготовке обучающихся № 219 от 24.02.2021, срок действия до 01.12.2026;	г. Воронеж, Ленинский проспект, 119А, лит 17А (АО «КТЦ Электроника»)
		- АО «ВНИИ «Вега»», договор о практической подготовке обучающихся № 218 от 24.02.2021, срок действия до 31.08.2026;	г. Воронеж, Московский проспект, 7Б (АО «ВНИИ «Вега»»)
		Аудитория для самостоятельной работы студентов: Сервер на базе 2-х процессоров Xeon E5-2620 v3. – 1 шт., компьютеры HP ProDesk 400 G6 SFF – 9 шт., компьютеры Pentium Dual Core - 2 шт. , подключенные к сети Интернет и с обеспечением доступа к электронной информационно-	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 146

		образовательной среде ВГУ; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	
26	Производственная практика, проектно-конструкторская	Учебная лаборатория микропроцессорных систем: отладочные комплекты микроконтроллера К1986ВЕ92QI - 6 шт., отладочные комплекты ПЛИС Altera MAX II - 8 шт., компьютеры Lenovo V520-15IKL - 8 шт., цифровые осциллографы UTD2025CL - 3 шт., функциональные генераторы UTG2025A - 3 шт., источники питания QJ1503C – 3 шт., мультиметры цифровые UT39B – 3 шт., телевизор LED 48'' – 1 шт.; Microsoft Windows 10, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019, свободно распространяемое ПО Quartus Prime 18.1 Lite Edition	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, лаб. 224
		Аудитория для самостоятельной работы студентов: Сервер на базе 2-х процессоров Xeon E5-2620 v3. – 1 шт., компьютеры HP ProDesk 400 G6 SFF – 9 шт., компьютеры Pentium Dual Core - 2 шт. , подключенные к сети Интернет и с обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ВГУ; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 146
27	Производственная практика, преддипломная	Учебно-исследовательская лаборатория проектирования интегральных схем: учебный комплекс NI Elvis II – 1 шт., программируемый источник питания QJ3003P – 1 шт., компьютер Pentium DuoCore – 3 шт.; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019; NI LabVIEW 2013; NI Multisim 13.0 Договор № 0331100013513000142_153581 от 18.11.2013 на поставку учебного комплекса NI ELVIS II CircuitDesignBundle (ForAcademicUseOnly)	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, лаб. 144
		Аудитория для самостоятельной работы студентов: Сервер на базе 2-х процессоров Xeon E5-2620 v3. – 1 шт., компьютеры HP ProDesk 400 G6 SFF – 9 шт., компьютеры Pentium Dual Core - 2 шт. , подключенные к сети Интернет и с обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ВГУ; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 146
		Лаборатория микро- и нанодизайна в электронике: компьютеры Pentium Dual Core - 3 шт.; Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, лаб. 140
		Лаборатория функциональных наноматериалов кафедры физики ППиМЭ: анализатор размеров наночастиц Photocor Mini – 1 шт.; аналитические весы VIBRA HT 84RCE – 1 шт.; ультразвуковой диспергатор УЗД1-0,063/22 –	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, лаб. 55

		1 шт.; микроинтерферометр МИИ4 – 1 шт.	
		Лаборатория компьютерных технологий, САПР и математического моделирования кафедры физики твердого тела и наноструктур: компьютеры Pentium Intel Corei7 - 6 шт., компьютеры Pentium Intel Core Duo - 8 шт.; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019; программный пакет Quartus II version 9.1 Лицензия Build 304 01/25/2010 WebEdition; программные пакеты собственной разработки (свидетельства о гос. рег. программ для ЭВМ № 2011614890 от 22.06.2011; № 2011615201 от 01.07.2011).	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, лаб.18, 19
		Лаборатория спецпрактикумов кафедры ФТТиНС: лабораторный стенд для исследования эффекта термо-ЭДС - 1 шт; лабораторный стенд для исследования электропроводности полупроводников - 1 шт; осциллограф цифровой Rohde&SchwarzHMO 3054 - 1 шт.; осциллограф цифровой Rohde&SchwarzHMO 1004 - 1 шт.; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, лаб.126
		Лаборатория инфракрасной спектроскопии ЦКПНО ВГУ: ИК-Фурье спектрометр Vertex-70 - 1 шт; Спектрофотометр LAMBDA_650 - 1 шт;	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, лаб. 49
		Совместная лаборатория физики наногетероструктур и полупроводниковых материалов: установка для измерения параметров полупроводниковых материалов на эффекте Холла HMS-2000 - 1 шт; Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, лаб. 28
		Лаборатория электронной микроскопии ЦКПНО ВГУ: растровый электронный микроскоп JEOL JSM-6380LV с микроанализатором OxfordInstruments - 1 шт.;	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, лаб. 7
		Лаборатория рентгеноспектрального и рентгеноструктурного анализа: рентгеновский дифрактометр Радиан ДР-023 - 1 шт., Спектрометр универсальный рентгеновский «Реном» СУР-01 - 1 шт;	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, лаб. 21
		Лаборатория рентгеноспектрального и рентгеноструктурного анализа: рентгеновский дифрактометр ДРОН – 4 -07 - 1 шт.,	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, лаб. 26
		Лаборатория учебного практикума: лабораторный стенд для получения тонких пленок и наноструктур методами химического осаждения из газовой фазы и электрохимическими методами - 1 шт.; вакуумная технологическая установка для магнетронного и термического нанесения металлических и диэлектрических пленок - 1 шт.; электропечь ПТК-1,4-40 с контролируемой атмосферой и автоматизированным управлением для полу-	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, лаб. 129

		чения материалов с заданными стехиометрией - 1 шт.; Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	
		Лаборатория рентгеноспектрального и рентгеноструктурного анализа: рентгеновский спектрометр-монохроматор РСМ-500 - 1 шт.; Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, лаб. 25
		Лаборатории и опытное производство:	
		- АО «НИИЭТ», договор о практической подготовке обучающихся № 825 от 11.06.2021, срок действия до 31.12.2026;	г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 5 (АО «НИИЭТ»);
		- АО «ВЗПП-Микрон», договор о практической подготовке обучающихся № 88/21-416 от 17.03.2021, срок действия до 31.12.2026;	г. Воронеж, Ленинский проспект, 119,а (АО «ВЗПП-Микрон») ;
		- АО «КТЦ Электроника», договор о практической подготовке обучающихся № 219 от 24.02.2021, срок действия до 01.12.2026;	г. Воронеж, Ленинский проспект, 119А, лит 17А (АО «КТЦ Электроника»)
		- АО «ВНИИ «Вега»», договор о практической подготовке обучающихся № 218 от 24.02.2021, срок действия до 31.08.2026;	г. Воронеж, Московский проспект, 7Б (АО «ВНИИ «Вега»»)
		- лицензионное программное обеспечение АО «НИИЭТ» , АО «ВЗПП-Микрон», АО «КТЦ Электроника», АО «ВНИИ «Вега»»;	
		Аудитория для самостоятельной работы студентов: Сервер на базе 2-х процессоров Xeon E5-2620 v3. – 1 шт., компьютеры HP ProDesk 400 G6 SFF – 9 шт., компьютеры Pentium Dual Core - 2 шт. , подключенные к сети Интернет и с обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ВГУ; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 146
28	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и практических занятий - мультимедийный кабинет кафедры ФППиМЭ: стационарный мультимедийный проектор Acer X125H – 1 шт., ноутбук emachines e510 – 1 шт.; Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 218
		Аудитория для самостоятельной работы студентов: Сервер на базе 2-х процессоров Xeon E5-2620 v3. – 1 шт., компьютеры HP ProDesk 400 G6 SFF – 9 шт., компьютеры Pentium Dual Core - 2 шт. , подключенные к сети Интернет и с обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ВГУ; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 146

		от 30.04.2019	
29	Элементная база ультрабольших интегральных схем	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и практических занятий - мультимедийный кабинет кафедры ФППиМЭ: стационарный мультимедийный проектор Acer X125H – 1 шт., ноутбук emachines e510 – 1 шт.; Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 218
		Аудитория для самостоятельной работы студентов: Сервер на базе 2-х процессоров Xeon E5-2620 v3. – 1 шт., компьютеры HP ProDesk 400 G6 SFF – 9 шт., компьютеры Pentium Dual Core - 2 шт. , подключенные к сети Интернет и с обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ВГУ; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 146
30	Цифровые устройства на базе ПЛИС	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и практических занятий - мультимедийный кабинет кафедры ФППиМЭ: стационарный мультимедийный проектор Acer X125H – 1 шт., ноутбук emachines e510 – 1 шт.; Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 218
		Учебная лаборатория микропроцессорных систем: отладочные комплекты микроконтроллера К1986ВЕ92QI - 6 шт., отладочные комплекты ПЛИС Altera MAX II - 8 шт., компьютеры Lenovo V520-15IKL - 8 шт., цифровые осциллографы UTD2025CL - 3 шт., функциональные генераторы UTG2025A - 3 шт., телевизор LED 48’’ – 1 шт.; Microsoft Windows 10, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, лаб. 224
		Аудитория для самостоятельной работы студентов: Сервер на базе 2-х процессоров Xeon E5-2620 v3. – 1 шт., компьютеры HP ProDesk 400 G6 SFF – 9 шт., компьютеры Pentium Dual Core - 2 шт. , подключенные к сети Интернет и с обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ВГУ; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 146

Приложение 7

Приложение к ОПОП

Декан физического факультета

_____ (*Овчинников О.В.*)
подпись, расшифровка подписи
27.02.2025

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

основной профессиональной образовательной программы высшего образования

11.04.04 Электроника и наноэлектроника

(код и наименование направления)

Интегральная электроника и наноэлектроника

(наименование программы)

Форма обучения: *очная*

Год начала подготовки: *2025*

В результате освоения программы магистратуры у выпускника должны быть сформированы следующие компетенции:

– универсальные компетенции:

Категория компетенций	Код	Формулировка компетенции	Код и формулировка индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения соответствующих дисциплин (модулей), практик[1]
Системное и критическое мышление	УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации УК-1.2 Критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников УК-1.3 Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая достоинства и недостатки	знать: основные виды и схемы аргументации; когнитивные основания аргументативной деятельности; основные приемы влияния в аргументации и способы реагировать на них; возможные решения ситуаций. уметь: выстроить доказательную и убедительную аргументативную стратегию с учетом специфики адресата аргументации; различать манипулятивные влияния в аргументативном тексте и противостоять им; сотрудничать с коллективом в поисках решения задачи. владеть: навыками аргументативного анализа проблемной ситуации; навыками сопоставления различных аргументов на предмет их доказательности и убедительности; оценкой их реализации на предметном уровне.
Разработка и реализация проектов	УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1 Формулирует конкретную, специфичную, измеримую во времени и пространстве цель, а также определяет дорожную карту движения к цели, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений УК-2.2 Составляет иерархическую структуру работ, распределяет по задачам финансовые и трудовые ресурсы, использует актуальное ПО УК-2.3 Проектирует смету и бюджет проекта, оценивает эффективность результатов проекта УК-2.4 Составляет матрицу ответственности и матрицу коммуникаций проекта	знать: сущность и содержание понятий система, структура, проект, проектное управление, структуры и процессы проектного управления, принципы проектного мышления; нормативно-правовую документацию в проектной деятельности для решения поставленных задач; технологии, программное обеспечение организации проектной деятельности; организацию работы пользователей внедренной информационной системы; способы управления проектами с использованием гибких подходов; бизнес-модель проек-

[1] Заполняются в соответствии с рабочими программами дисциплин (модулей), практик (без учета элективных и факультативных дисциплин (модулей))

			УК-2.5 Использует гибкие технологии для реализации задач с изменяющимися во времени параметрами	та. уметь: анализировать социально-значимые проблемы и процессы, существенные для проекта; формулировать на основе анализа проблемной ситуации проектную задачу и способ её решения; проводить сравнительный анализ альтернативных вариантов; разрабатывать концепцию проекта с постановкой цели и задачи, с обоснованием актуальности, значимости и ожидаемых результатов, а также с учетом альтернативных вариантов реализации проекта; оценивать эффективность проекта; анализировать социально-значимые проблемы и процессы, существенные для проекта; выявлять потребности в ресурсах и разрабатывает меры по обеспечению ресурсоэффективности в рамках данного предприятия; - формировать перечни работ по проекту; определять и согласовывать критерии успешности реализации проекта; осуществлять планирование проекта (по элементам и функциям); использовать гибкие подходы для улучшения рабочих процессов; владеть: навыками работы с нормативно-правовой документацией; методиками разработки цели и задач проекта; навыками формирования иерархической структуры работ, матрицы ответственности, матрицы коммуникаций; навыками составления сетевых графиков, диаграммы Ганта и расписания проектов; навыками презентации проекта; навыками работы с нормативно-правовой документацией проектов в состоянии высокой неопределенности
Командная работа и лидерство	УК-3	Способен организовать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для до-	УК-3.1 Вырабатывает конструктивные стратегии и на их основе формирует команду, распределяет в ней роли для достижения поставленной цели	знать: теоретико-психологические основы командной работы и руководства ею, основные командные стратегии и способы их выработки, ведущие ко-

		стижения поставленной цели	УК-3.2 Планирует и корректирует работу команды с учетом интересов, особенностей поведения и мнений ее членов, распределяет поручения и делегирует полномочия членам команды для достижения поставленной цели УК-3.3 Разрешает конфликты и противоречия при деловом общении в команде на основе учета интересов всех сторон УК-3.4 Организует и руководит дискуссиями по заданной теме и обсуждением результатов работы команды с привлечением последователей и оппонентов разработанным идеям УК-3.5 Проявляет лидерские и командные качества, выбирает оптимальный стиль взаимодействия при организации и руководстве работой команды УК-3.6 Эффективно взаимодействует с участниками образовательного процесса, в том числе участвует в групповых формах учебной работы	мандные роли, в том числе лидерские; уметь: понимать, анализировать, объяснять и интерпретировать с позиций психологических теорий и концепций принципы и особенности руководства работой команды; выявлять интересы, особенности поведения и личности членов команды для правильного распределения командных ролей, в том числе лидерских; вырабатывать конструктивные стратегии взаимодействия и на их основе формировать команду; владеть: навыками применения знаний психологических теорий и концепций для научного объяснения принципов и особенностей руководства работой команды; использования психодиагностических методов, методик и психотехнологий в соответствии с целями командной работы, распределения командных ролей, в том числе лидерских; проведения дискуссий по заданной теме; целеполагания и формирования командной стратегии для достижения поставленной цели на основе учета интересов всех сторон
Коммуникация	УК-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.1 Выбирает на государственном и иностранном языках коммуникативно приемлемые стратегии академического и профессионального общения УК-4.2 Владеет культурой письменного и устного оформления профессионально ориентированного научного текста на государственном языке РФ УК-4.3 Умеет вести устные деловые переговоры в процессе профессионального взаимодействия на государственном языке РФ УК-4.4 Аргументировано и конструктивно отстаивает свои позиции и идеи в академических и профессиональных дискуссиях на государственном языке РФ УК-4.5 Выбирает на иностранном языке коммуникативно приемлемые стратегии академического и профессионального общения	Знать: основные сферы применения и виды современных коммуникативных стратегий, в том числе на иностранном (- ых) языке (- ах), для академического и профессионального взаимодействия; основные принципы и типы письменного и устного оформления профессионально ориентированного научного текста на государственном языке РФ; основные принципы и технологии ведения переговоров в процессе профессионального взаимодействия на государственном языке РФ; основные принципы и способы выражения и аргументации своих позиций и идей в академических и профессиональных дискуссиях на государственном языке РФ; Уметь: выбирать и применять современные коммуни-

			УК-4.6 Владеет интегративными коммуникативными умениями в устной и письменной иноязычной речи в ситуациях академического и профессионального общения	кативно приемлемые стратегии, в том числе на иностранном (- ых) языке (-ах), для академического и профессионального взаимодействия; применять основные принципы и типы письменного и устного оформления профессионально ориентированного научного текста на государственном языке РФ; применять основные принципы и технологии ведения переговоров в процессе профессионального взаимодействия на государственном языке РФ; применять основные способы выражения и аргументации своих позиций и идей в академических и профессиональных дискуссиях на государственном языке РФ. Владеть: основными приёмами применения современных коммуникативных технологий, в том числе на иностранном (-ых) языке (-ах), для академического и профессионального взаимодействия; основными приёмами письменного и устного оформления профессионально ориентированного научного текста на государственном языке РФ; основными приёмами выражения и аргументации своих позиций и идей в академических и профессиональных дискуссиях на государственном языке РФ
Межкультурное взаимодействие	УК-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	УК-5.1 Анализирует важнейшие идеологические и ценностные системы, сформировавшиеся в ходе исторического развития; обосновывает актуальность их использования при социальном и профессиональном взаимодействии	Знать: специфические черты и маркеры разных культур, религий в историческом контексте; Уметь: анализировать основные этапы всемирно-исторического развития в контексте межкультурного взаимодействия; Владеть: методами сравнительного анализа и типологизации историко-культурных явлений и процессов
			УК-5.2 Выстраивает социальное и профессиональное взаимодействия с учетом особенностей основных форм научного и религиозного сознания, деловой и общей культуры представителей других этносов и конфессий, различных социальных групп	

			УК-5.3 Обеспечивает создание недискриминационной среды взаимодействия при выполнении профессиональных задач	
Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)	УК-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы её совершенствования на основе самооценки	УК-6.1 Оценивает свои личностные ресурсы, оптимально их использует для успешного выполнения порученного задания УК-6.2 Самостоятельно выявляет мотивы и стимулы для саморазвития, определяет реалистичные цели и приоритеты профессионального роста, способы совершенствования собственной деятельности на основе самооценки по выбранным критериям УК-6.3 Выстраивает гибкую профессиональную траекторию, используя инструменты непрерывного образования, с учетом задач саморазвития, накопленного опыта профессиональной деятельности и динамично изменяющихся требований рынка труда УК-6.4 Реализует приоритеты собственной деятельности, в том числе в условиях неопределенности, корректируя планы и способы их выполнения с учетом имеющихся ресурсов	знать: теоретико-психологические основы развития и саморазвития личности; методические процедуры тестирования; критерии подбора психодиагностических методов и методик для определения самооценки, выбора адекватных психотехнологий самоорганизации и саморазвития; уметь: понимать, анализировать, объяснять и интерпретировать с позиций психологических теорий и концепций механизмы развития и саморазвития личности; выявлять психологические особенности личности, ее черт, познавательной сферы, самосознания; планировать, организовывать и проводить психологическое обследование (самообследование) для последующего саморазвития, адекватно представлять полученные данные в психодиагностическом заключении; владеть: навыками применения знаний психологических теорий и концепций для научного объяснения принципов развития и саморазвития личности; использования психодиагностических методов, методик и психотехнологий для определения временнóй перспективы, самооценки личностного потенциала и его коррекции; целеполагания на основе определения

– общепрофессиональные компетенции:

Категория компетенций	**Код**	**Формулировка компетенции**	**Код и формулировка индикатора достижения компетенции**	**Планируемые результаты освоения соответствующих дисциплин (модулей), практик[2]**

[2] Заполняются в соответствии с рабочими программами дисциплин (модулей), практик (без учета элективных и факультативных дисциплин (модулей))

Научное мышление	ОПК-1	Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора	ОПК-1.1 Выявляет естественнонаучную сущность проблем в профессиональной сфере ОПК-1.2 Использует передовой отечественный и зарубежный опыт в профессиональной сфере деятельности для решения научно-технических задач ОПК-1.3 Оценивает эффективность выбранных методов и способов решения задач в профессиональной сфере деятельности	*Знать*: современные проблемы и новейших достижений физики, используемые в научно-исследовательской работе *Уметь*: собирать и анализировать информацию по решаемой задаче, составлять ее физико-математическое описание, обеспечивать накопление, анализ и систематизацию собранных данных с использованием современных достижений науки и информационных систем, передового отечественного и зарубежного опыта; выбирать современные методики и оборудование для проведения и экспериментальных исследований и измерений, используя соответствующие ресурсы, при проведении научных исследований и решения профессиональных задач в области электроники и наноэлектроники *Владеть*: современными педагогическими технологиями, необходимыми для проведения преподавательской работы по физико-математическим наукам, обладает способностью и предрасположенностью к просветительной и воспитательной деятельности, готов пропагандировать и популяризировать научные достижения
Исследовательская деятельность	ОПК-2	Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы	ОПК-2.1 Применяет современные методы научного анализа, проведения исследований и представления результатов исследований ОПК-2.2 Формулирует задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования ОПК-2.3 Аргументирует и защищает результаты научных исследований	*Знать*: основные принципы и процедуры научного исследования, методами критического анализа и оценки научных достижений и исследований в области физики, специальных дисциплин, экспериментальными и теоретическими методами научно-исследовательской деятельности. *Уметь*: анализировать, систематизировать и обобщать информацию о состоянии и перспективах развития современной физики; самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы разрабатывать, исследовать и применять физические модели для качественного и количественного описания изучаемых явлений и процессов, осуществлять научный поиск и разработку новых перспективных подходов и методов к решению профессиональных задач. *Владеть*: профессиональной

				терминологией при презентации проведенного исследования, научным стилем изложения собственной концепции;
Владение информационными технологиями	ОПК-3	Способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач	ОПК-3.1 Применяет современные информационные технологии для повышения эффективности научной и образовательной сфер деятельности	*Знать*: разделы физики, необходимые для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности для решения профессиональных задач. *Уметь*: определять способность внедрения в различные области своей профессиональной деятельности достижений науки и передового опыта в области физики. *Владеть*: технологиями проектирования и внедрения результатов научно-исследовательской деятельности на основе специальных научных знаний.
			ОПК-3.2 Использует полученную информацию при формировании новых подходов к решению инженерных задач в профессиональной сфере деятельности ОПК-3.3 Предлагает на основе полученной информации новые идеи и оценивает возможность их реализации при решении инженерных задач в профессиональной сфере деятельности	*Знать*: - технологию работы на ПК в современных операционных средах, основные методы разработки алгоритмов и программ, структуры данных, используемые для представления типовых информационных объектов, типовые алгоритмы обработки данных; *Уметь*: - самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности знания и умения, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять своё научное мировоззрение; - использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций, способствующие повышению эффективности проектных работ при создании проборов и устройств микро- и наноэлектроники; *Владеть* навыками: профессионально-профильными знаниями в области информационных технологий, использовании современных компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов Интернет для решения задач профессиональной деятельности

Компьютерная грамотность	ОПК-4	Способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач	ОПК-4.1 Осуществляет обоснование и выбор прикладного и специализированного программного обеспечения для проведения научных исследований и решения инженерных задач в своей предметной области	*Знать*: - специальные программные средства проектирования технологии и топологии приборов, схем и устройств микро- и наноэлектроники различного функционального назначения; *Уметь*: - разрабатывать средства моделирования в специализированных пакетах приборно-технологического проектирования; *Владеть*:- современными программными средствами (CAD) моделирования, оптимального проектирования и конструирования приборов, схем и устройств микро- и наноэлектроники различного функционального назначения
			ОПК-4.2 Применяет современные программные средства (CAD) моделирования, проектирования и приборов, схем и устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения конструирования	Знать: - методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы с использованием систем автоматизированного проектирования; Уметь: - моделировать средствами САПР устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований; Владеть: - навыками проектирования средствами САПР устройств и приборов электронной техники с учетом заданных требований;
			ОПК-4.3 Разрабатывает программно-математическое обеспечение для проведения научных исследований и решения инженерных задач в своей предметной области	*Знать*: - фундаментальные разделы физики полупроводников и твердотельной электроники, необходимые для решения научно-исследовательских задач проектирования элементов ИС; *Уметь*: - осуществлять выбор наиболее оптимальных прикладных программных пакетов для решения соответствующих задач научной и образовательной деятельности; - применять методы расчета параметров и характеристик, моделирования и проектирования приборов элементов ИС; - разрабатывать физические и математические модели приборов и устройств микро- и наноэлектроники; разрабатывать технологические маршруты их изготовления; *Владеть* навыками: - проектирования электронной компо-

				нентной базы и технологических процессов микроэлектроники; - математического моделирования приборов и технологических процессов с целью оптимизации их параметров

– профессиональные компетенции:

Тип задач профессиональной деятельности	Код	Формулировка компетенции	Код и формулировка индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения соответствующих дисциплин (модулей), практик
Научно-исследовательский	ПК-1	Готов формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	ПК-1.1 Анализирует размещение элементов на кристаллах в изделиях «система в корпусе» и осуществляет оптимизацию конструкции изделий «система в корпусе» с применением современных средств и методов	*Знать*: методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств *Уметь*: использовать алгоритмы решения исследовательских задач с применением современных языков программирования *Владеть*: навыками разработки архитектуры изделий микро- и наноэлектроники
			ПК-1.2 Проводит анализ критически важных узлов, тепловыделяющих элементов, источников мощных помех и определяет пути повышения надежности, а также процента выхода годных изделий «система в корпусе»	*Знать*: основные понятия, используемые при моделировании и проектировании информационных систем, а также теоретические основы разработки информационных систем различных классов *Уметь*: осуществлять формализацию и алгоритмизацию функционирования исследуемой системы *Владеть*: основными методами вычисления электронных и электрофизических характеристик приборов электроники
			ПК-1.3 Применяет современные методы и средства для оценки и снижения влияния внешних факторов на работу компонентов конструкции изделий «система в корпусе»	*Знать*: физические основы работы электронной компонентной базы; технологию создания приборов микроэлектроники; конструкцию и топологию электронной компонентной базы *Уметь*: разрабатывать требования к средствам проведения эксперимента,

				контроля и диагностики *Владеть*: навыками тестирования и диагностики изделий микро- и наноэлектроники
Научно-исследовательский	ПК-2	Способен делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения	ПК-2.1 Выполняет обоснованный выбор материалов для изделий «система в корпусе»	*Знать*: современные материалы электронной техники *Уметь*: выполнять обоснованный выбор материалов для изделий «система в корпусе»
			ПК-2.2 Формулирует технологические, технические условия и ограничения на процесс производства изделий «система в корпусе»	*Знать*: технологические и технические условия производства изделий «система в корпусе» *Уметь*: формулировать технологические, технические условия и ограничения на процесс производства изделий «система в корпусе» *Владеть* навыками: проектирования процесса производства изделий «система в корпусе» с учетом технологических и технических ограничений
			ПК-2.3 Оформляет техническую и сопроводительную документацию на изготовление изделий «система в корпусе», подготавливает информацию для оформления патентной документации	*Знать*: - нормативные документы о выполнении и оформлении научно-исследовательских и проектных работ. - основные стандарты составления отчетов о результатах научно-исследовательских работ; *Уметь*: - решать базовые задачи проектной деятельности; - разрабатывать составлять отчетную документацию по НИР; -оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы; Владеть: - навыками критического восприятия информации; - представлениями об изобретательской деятельности, охране интеллектуальной собственности.
Проектно-конструкторский	ПК-3	Способен анализировать состояние научно-технической проблемы путём подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников	ПК-3.1 Составляет описание алгоритма функционирования и циклограммы работы СнК и формулирует предложения по их реализации аппаратными или программными средствами	*Знать*: архитектуру ПЛИС; принципы разработки HDL-описаний цифровых устройств; *Уметь*: составлять описание алгоритма функционирования и циклограммы работы СнК; *Владеть* навыками: - про-

				граммными средствами реализации цифровых устройств
			ПК-3.2 Разрабатывает технические требования к созданию аналоговых и аналого-цифровых узлов СнК	*Знать*: технические требования к созданию аналоговых и аналого-цифро-вых узлов СнК *Уметь*: применять язык Verilog для создания синтезабельных HDL-описаний цифровых устройств по техническому заданию; разрабатывать методику тестирования и проводить функциональную верификацию HDL-описания; *Владеть*: навыками конфигурирования ПЛИС и тестирования законченного цифрового устройства на базе ПЛИС.
			ПК-3.3 Проводит технико-экономический анализ и обосновывать принимаемые решения по выбору архитектуры СнК	*Знать*: основы технико-экономического анализа при выборе архитектуры СнК *Уметь*: принимать решения по выбору архитектуры СнК *Владеть*: навыками выполнения технико-экономического анализа по выбору архитектуры СнК;
Проектно-конструкторский	ПК-4	Способен разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями	ПК-4.1 Выполняет описание СнК и разрабатывает комплект технических документов	*Знать*: схемы и устройства изделий микро- и наноэлектроники различного функционального назначения; состав проектной документации; правила оформления проектной документации; *Уметь*: решать базовые задачи проектной деятельности; разрабатывать составлять отчетную документацию по НИР; делать выбор на основе существующих методологических подходов к моделированию и проектированию информационных систем *Владеть*: навыками чтения конструкторской и технологической документации по профилю специальности; навыками описания СнК и разработки комплекта технических документов

			ПК-4.2 Разрабатывает функциональные тесты, необходимые для верификации СнК	*Знать:* принципы планирования и автоматизации проведения эксперимента *Уметь*: верифицировать СнК *Владеть*: навыками проведения функциональных тестов различного назначения
			ПК-4.3 Оформляет результаты испытаний поведенческой модели СнК	*Знать*: нормативные документы о выполнении и оформлении научно-исследовательских и проектных работ. *Уметь*: оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы; *Владеть*: навыками критического восприятия информации; средствами компьютерной техники и информационных технологий;
Научно-исследовательский	ПК-5	Готов осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени	ПК-5.1 Определяет необходимое количество встроенных средств контроля и тестовых элементов на кристаллах изделий «система в корпусе»	*Знать:* принципы планирования и автоматизации проведения эксперимента; - параметры полупроводниковых приборов. *Уметь*: разрабатывать требования к средствам проведения эксперимента, контроля и диагностики; *Владеть*: навыками разработки средств контроля изделий «система в корпусе»
			ПК-5.2 Создаёт необходимые условия для проведения испытаний изделий «система в корпусе» и проводить испытания согласно программе измерений и испытаний	*Знать*: методы проведения испытаний изделий «система в корпусе» *Уметь*: разрабатывать специальные программы испытаний и проводить испытания, согласно разработанным программам; формулировать требования к измерительным средствам для задач исследования полупроводниковых приборов. *Владеть* навыками: тестирования и диагностики изделий микро- и наноэлектроники; выбора измерительных средств для задач исследования полупроводниковых приборов удаленного управления; измерительными приборами средствами LabVIEW.

			ПК-5.3 Выполняет статистический анализ результатов измерений и испытаний изделий «система в корпусе» и готовит заключение по данным статистического анализа	*Знать:* - основы программирования и функции обработки экспериментальных данных в среде LabVIEW. *Владеть:* навыками применения функций обработки экспериментальных данных LabVIEW при разработке испытательных стендов.
Научно-исследовательский	ПК-6	Способен разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию	ПК-6.1 Создает высокоуровневые поведенческие модели аналоговой части СнК	*Знать*: поведенческие модели аналоговой части СнК *Уметь*: реализовывать алгоритмы поведенческого описания цифро-аналоговых схем средствами языка VHDL-AMS *Владеть* навыками: создания высокоуровневых поведенческих моделей аналоговой части СнК
			ПК-6.2 Формирует наборы тестовых воздействий для общей поведенческой модели всей СнК	*Знать*: методы проведения автономной и системной верификации *Уметь*: составлять тест-план в соответствии со спецификацией устройства; *Владеть*: навыками разработки тестового окружения.
			ПК-6.3 Разрабатывает тесты и генераторы тестов для моделирования совместной работы программной и аппаратной частей СнК	*Знать*: тесты и генераторы тестов для моделирования совместной работы программной и аппаратной частей СнК *Уметь*: разрабатывать тесты и генераторы тестов для моделирования совместной работы программной и аппаратной частей СнК *Владеть*: - программными средствами, обеспечивающими интерфейс между RTL-описанием устройства и его поведенческой моделью (PLI, VHPI, SystemC)
Проектно-конструкторский	ПК-7	Готов определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполне-	ПК-7.1 Производит выбор языков описания аппаратуры и стилей описания цифровых блоков, а также выбор средств описания поведенческих моделей аналоговых блоков	*Знать*: - языки описания аппаратуры; - возможностей и областей применения языков проектирования аппаратуры *Уметь*: - использовать языки описания аппаратуры при проектировании цифровых блоков СнК *Владеть* навыками: …

		ние проектных работ	ПК-7.2 Формулирует задачи функциональной и временной верификации цифровых блоков СнК, производит выбор методики верификации поведенческих моделей аналоговых блоков	*Знать*: методики верификации цифровых блоков; классификации методов верификации СнК; методологии процесса верификации СнК. *Уметь*: формулировать задачи функциональной и временной верификации цифровых блоков СнК; производить выбор методики верификации цифровых блоков *Владеть* навыками верификации цифровых блоков
			ПК-7.3 Выполняет анализ аналоговой части СнК с разделением ее на функциональные субблоки, построением списка соединений и разработкой тестовых окружений	*Знать*: аналоговую часть СнК с разделением ее на функциональные субблоки *Уметь*: выполнять анализ аналоговой части СнК *Владеть*: навыками разработки поведенческих моделей цифро-аналоговых схем средствами языка VHDL-AMS
Проектно-конструкторский	ПК-8	Способен проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований	ПК-8.1 Использует языки описания аппаратуры при проектировании цифровых и аналоговых блоков СнК	*Знать*: языки описания аппаратуры; *Уметь*: - использовать языки описания аппаратуры при проектировании цифровых блоков СнК *Владеть*: навыками проектирования схем смешанного сигнала с применением языка VHDL-AMS
			ПК-8.2 Моделирует средствами САПР функциональное описание цифровых блоков и использует его результаты для коррекции их функционального описания	*Знать*: САПР для функционального описания цифровых блоков *Уметь*: - применять язык Verilog для создания синтезабельных HDL-описаний цифровых устройств по техническому заданию; - разрабатывать методику тестирования и проводить функциональную верификацию HDL-описания; *Владеть* навыками конфигурирования ПЛИС и тестирования законченного цифрового устройства на базе ПЛИС.
			ПК-8.3 Проводит схемотехническое моделирование аналоговых субблоков и аналоговой подсистемы в целом, анализирует корректность разработанной электрической схемы по результатам моделирования	*Знать*: методы проверки компактных моделей электронных компонентов и их сопоставления с данными экспериментального определения параметров электронных компонентов *Уметь*: выполнять схемотехническое моделирование схем смешанного сиг-

				нала *Владеть* навыками работы с программными средствами, реализующими схемотехническое моделирование схем смешанного сигнала

В Приложении 1 приведен календарный график освоения элементов образовательной программы, в Приложении 2 – календарный график формирования компетенций.

Оценка качества освоения обучающимися образовательной программы включает текущий контроль успеваемости, промежуточную и государственную итоговую (итоговую) аттестацию (далее – ГИА (ИА)) обучающихся, а также контроль остаточных знаний[3], проводимые с использованием фондов оценочных средств отдельных элементов образовательной программы (дисциплин (модулей), практик, ГИА (ИА)) (включены в соответствующие рабочие программы) и настоящего фонда оценочных средств по образовательной программе в соответствии с учебным планом, календарным графиком формирования компетенций.

На основе рабочих программ (фондов оценочных средств) дисциплин (модулей), практик, ГИА (ИА) образовательной программы сформированы комплексы заданий (включающие тестовые задания, расчетные задачи, ситуационные, практико-ориентированные задачи для оценки сформированности компетенций у обучающегося (далее – фонд оценочных средств сформированности компетенций) (представлен в Приложении 3). Задания фонда оценочных средств по образовательной программе размещены на Образовательном портале «Электронный университет ВГУ».

Критерии и шкалы оценивания:

Для оценивания выполнения заданий используется балльная шкала:

1) тестовые задания:

– средний уровень сложности (в формулировке задания перечислены все варианты ответа):

- 1 балл – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ, в том числе частично.

– повышенный уровень сложности (в формулировке задания отсутствуют варианты ответа (например, задания с коротким числовым или вычисляемым ответом)):

- 2 балла – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ, в том числе частично.

2) расчетные задачи, ситуационные, практико-ориентированные задачи / мини-кейсы:

– средний уровень сложности:

- 5 баллов – задача решена верно (получен правильный ответ, обоснован ход решения);
- 2 балла – решение задачи содержит незначительные ошибки, но приведен правильный ход рассуждений, или получен верный ответ, но отсутствует обоснование хода ее решения, или задача решена не полностью, но получе-

[3] Контроль остаточных знаний – это процесс определения качества подготовки специалистов в целом, позволяющий выявить уровень остаточных знаний (знания учебного материала, которые сохраняются в памяти обучающегося длительное время и позволяют ему использовать их в практической деятельности) по изучаемым за определенный период обучения дисциплинам.

ны промежуточные результаты, отражающие правильность хода решения задачи;

- 0 баллов – задача не решена или решение неверно (ход решения ошибочен или содержи грубые ошибки, значительно влияющие на дальнейшее изучение задачи).

– повышенный уровень сложности:

- 10 баллов – задача решена верно (получен правильный ответ, обоснован ход решения);
- 5 баллов – решение задачи содержит незначительные ошибки, но приведен правильный ход рассуждений, или получен верный ответ, но отсутствует обоснование хода ее решения, или задача решена не полностью, но получены промежуточные результаты, отражающие правильность хода решения задачи;
- 0 баллов – задача не решена или решение неверно (ход решения ошибочен или содержи грубые ошибки, значительно влияющие на дальнейшее изучение задачи).

Показатели оценивания:

- полнота раскрытия темы;
- наличие в работе позиции ее автора;
- аргументированность выдвинутого тезиса работы;
- четкость, логичность, смысловое единство изложения;
- обоснованность выводов;
- грамотность изложения.

Календарный график освоения элементов образовательной программы

Компетенция	1 курс		2 курс	
	1 семестр	2 семестр	3 семестр	4 семестр
УК-1			Б1.О.07 История и методология науки и техники в области электроники Б1.О.08 Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники	
УК-2		Б1.О.04 Проектный менеджмент		
УК-3		Б1.О.06 Современные теории и технологии развития личности		
УК-4	Б1.О.01 Профессиональное общение на иностранном языке Б1.О.02 Филологическое обеспечение профессиональной деятельности Б1.О.03 Научно-исследовательская и проектно-конструкторская документация	Б1.О.01 Профессиональное общение на иностранном языке		
УК-5			Б1.О.05 Разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	
УК-6		Б1.О.06 Современные теории и технологии развития личности		
ОПК-1	Б1.О.11 Физика приборов наноэлектроники		Б1.О.07 История и методология науки и техники в области электроники Б1.О.13 Микроконтроллеры и операционные системы реального времени	Б3.01(Д) Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-2	Б1.О.10 Методы математического моделирования		Б1.О.08 Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники	Б3.01(Д) Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

Компетенция	1 курс		2 курс	
	1 семестр	2 семестр	3 семестр	4 семестр
ОПК-3	Б1.О.09 Компьютерные технологии в научных исследованиях Б1.О.10 Методы математического моделирования Б1.О.11 Физика приборов наноэлектроники	Б1.О.12 Приборно-технологическое проектирование электронной компонентной базы	Б1.О.13 Микроконтроллеры и операционные системы реального времени	Б3.01(Д) Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-4	Б1.О.09 Компьютерные технологии в научных исследованиях	Б1.О.12 Приборно-технологическое проектирование электронной компонентной базы	Б1.О.13 Микроконтроллеры и операционные системы реального времени	Б3.01(Д) Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ПК-1	Б2.В.01(У) Учебная практика по получению первичных навыков научно-исследовательской работы Б2.В.03(Н) Производственная практика, научно- исследовательская работа	Б1.В.ДВ.02.01 Основы микро- и наносистемной техники Б1.В.ДВ.02.02 Трёхмерные интегральные схемы Б2.В.03(Н) Производственная практика, научно-исследовательская работа	Б1.В.03 Диагностика и компьютерное моделирование полупроводниковых микро- и наноструктур Б2.В.03(Н) Производственная практика, научно-исследовательская работа	Б2.В.04(Н) Производственная практика, научно-исследовательская работа Б2.В.06(П) Производственная практика, преддипломная Б3.01(Д) Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ПК-2	Б1.О.03 Научно-исследовательская и проектно-конструкторская документация Б2.В.01(У) Учебная практика по получению первичных навыков научно-исследовательской работы	ФТД.01 Элементная база ультрабольших интегральных схем	Б1.В.03 Диагностика и компьютерное моделирование полупроводниковых микро- и наноструктур	Б2.В.04(Н) Производственная практика, научно-исследовательская работа Б2.В.05(П) Производственная практика, проектно-конструкторская Б2.В.06(П) Производственная практика, преддипломная Б3.01(Д) Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ПК-3	Б1.В.05 Проектирование систем на кристалле Б1.В.ДВ.01.02 Аппаратная реализация нейронных сетей	Б1.В.01 Проектирование цифровых устройств на Verilog Б2.В.02(У) Учебная практика, проектно-конструкторская Б2.В.05(П) Производственная практика, проектно-конструкторская		Б2.В.05(П) Производственная практика, проектно-конструкторская Б3.01(Д) Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

Компетенция	1 курс		2 курс	
	1 семестр	2 семестр	3 семестр	4 семестр
ПК-4	Б1.В.05 Проектирование систем на кристалле	Б1.В.ДВ.02.01 Основы микро- и наносистемной техники Б2.В.02(У) Учебная практика, проектно-конструкторская Б2.В.05(П) Производственная практика, проектно-конструкторская		Б2.В.05(П) Производственная практика, проектно-конструкторская Б2.В.06(П) Производственная практика, преддипломная Б3.01(Д) Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ПК-5	Б1.В.ДВ.01.01 LabView в автоматизации эксперимента Б2.В.01(У) Учебная практика по получению первичных навыков научно-исследовательской работы	Б1.В.04 Разработка цифровых библиотек стандартных ячеек Б1.В.ДВ.02.01 Основы микро- и наносистемной техники Б1.В.ДВ.02.02 Трёхмерные интегральные схемы Б2.В.02(У) Учебная практика, проектно-конструкторская Б2.В.05(П) Производственная практика, проектно-конструкторская		Б2.В.04(Н) Производственная практика, научно-исследовательская работа Б2.В.05(П) Производственная практика, проектно-конструкторская Б2.В.06(П) Производственная практика, преддипломная Б3.01(Д) Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ПК-6	Б1.В.05 Проектирование систем на кристалле	Б1.В.ДВ.02.01 Основы микро- и наносистемной техники Б2.В.05(П) Производственная практика, проектно-конструкторская	Б1.В.02 Языки проектирования схем смешанного сигнала	Б2.В.04(Н) Производственная практика, научно-исследовательская работа Б2.В.05(П) Производственная практика, проектно-конструкторская
ПК-7	Б1.В.05 Проектирование систем на кристалле	Б1.В.01 Проектирование цифровых устройств на Verilog Б2.В.05(П) Производственная практика, проектно-конструкторская	Б1.В.02 Языки проектирования схем смешанного сигнала ФТД.02 Цифровые устройства на базе ПЛИС	Б2.В.05(П) Производственная практика, проектно-конструкторская Б2.В.06(П) Производственная практика, преддипломная Б3.01(Д) Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

Компетенция	1 курс		2 курс	
	1 семестр	2 семестр	3 семестр	4 семестр
ПК-8	Б1.В.05 Проектирование систем на кристалле Б1.В.ДВ.01.02 Аппаратная реализация нейронных сетей	Б1.В.01 Проектирование цифровых устройств на Verilog Б1.В.04 Разработка цифровых библиотек стандартных ячеек Б2.В.05(П) Производственная практика, проектно-конструкторская	Б1.В.02 Языки проектирования схем смешанного сигнала ФТД.02 Цифровые устройства на базе ПЛИС	Б2.В.05(П) Производственная практика, проектно-конструкторская Б3.01(Д) Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

Календарный график формирования компетенций

Компетенции	1 курс		2 курс	
	1 семестр	2 семестр	3 семестр	4 семестр
Универсальные		УК-2, УК-3, УК-4, УК-6	УК-1, УК-5	
Общепрофес-сиональные			ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4	
Профессио-нальные				ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-7, ПК-8

Фонд оценочных средств сформированности компетенций

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

Период окончания формирования компетенции: 3 семестр

Перечень дисциплин (модулей), практик, участвующих в формировании компетенции:

– Дисциплины (модули) (блок 1):
- ✓ Б1.О.08 Актуальные проблемы современной электроники (3 семестр)
- ✓ Б1.О.07 История и методология науки и техники в области электроники (3 семестр);

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Какой из перечисленных материалов обладает самым низким удельным сопротивлением?
а) Серебро
б) Медь
в) Золото
г) Кремний

ЗАДАНИЕ 2. Какой из перечисленных материалов обладает самым высоким удельным сопротивлением:
а) Si
б) SiO2
в) W
г) Ge

ЗАДАНИЕ 3. Расстояние, проходимое свободным носителем заряда между двумя столкновениями с дефектами кристаллической решетки, называется:
а**) длина свободного пробега**
б) время свободного пробега
в) скорость теплового движения
г) ширина запрещенной зоны

ЗАДАНИЕ 4. Процесс превращения свободного электрона в связанный электрон носит название.
а) сублимации
б) адсорбции
в) генерации
г) рекомбинации

ЗАДАНИЕ 5. Какой из перечисленных материалов относится к полупроводникам:
а) Золото
б) Тантал
в) Германий

г) Ртуть

ЗАДАНИЕ 6. В собственном полупроводнике в результате разрыва ковалентных связей, образующееся количество свободных электронов:
а) больше чем количество дырок
б) меньше чем количество дырок
в) равно количеству дырок
г) намного больше чем количество дырок

ЗАДАНИЕ 7. Полупроводник, в котором основными носителями заряда являются электроны, называют:
а) полупроводник n-типа
б) полупроводник p-типа
в) полупроводник с дырочным типом проводимости
г) диэлектрик

ЗАДАНИЕ 8. Полупроводник, легированный акцепторной примесью, носит название:
а) электронный
б) n-типа
в) p-типа
г) собственный

ЗАДАНИЕ 9. Минимальное расстояние между дном зоны проводимости и потолком валентной зоны называют:
а) шириной запрещенной зоны
б) длиной свободного пробега
в) шириной валентной зоны
г) уровнем Ферми

ЗАДАНИЕ 10. Какое вещество по ширине запрещённой зоны ΔE следует отнести к диэлектрикам?
а) Нитрид кремния Si3N4 (ΔE =4,5 эВ);
б) Арсенид галлия GaAs (ΔE =1,43 эВ);
в) Кремний Si (ΔE =1,12 эВ);
г) Германий Ge (ΔE =0,66 эВ).

ЗАДАНИЕ 11. С ростом температуры удельное сопротивление собственных полупроводников:
а) уменьшается
б) увеличивается
в) не изменяется
г) возникает сверхпроводимость

ЗАДАНИЕ 12. К прямозонным полупроводникам относятся:
а) C (Алмаз)
б) Ge (Германий)
в) Si (Кремний)
г) GaAs (Арсенид галлия)

ЗАДАНИЕ 13. Явление, заключающееся в том, что при прохождении электрического тока через контакт двух веществ в нем в зависимости от направления тока выделяется или поглощается теплота, называется:

а) эффектом Пельтье
б) эффектом Холла
в) эффект Доплера
г) эффект Зеемана

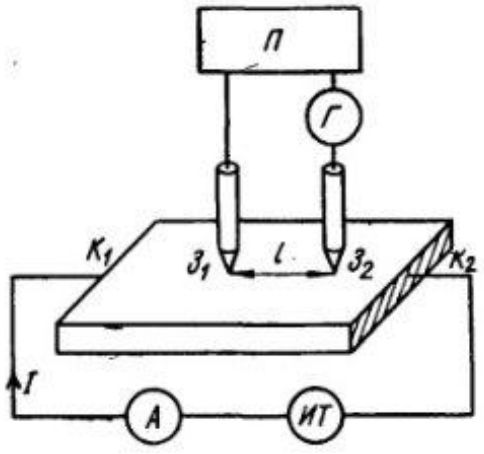
ЗАДАНИЕ 14. Явление возникновения поперечного электрического поля в полупроводнике с текущим по нему током под действием магнитного поля называют:
а) эффектом Зеебека
б) эффектом Холла
в) эффектом Пельтье
г) эффектом Томсона

ЗАДАНИЕ 15. Поглощение света, обусловленное возбуждением примесных центров в кристалле, называется:
а) примесным
б) экситонным
в) поглощением свободными носителями
г) собственным

2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

3) открытые задания (расчетные задачи, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Изобразите принципиальную электрическую схему двухзондового метода. Приведите рабочую формулу оценки удельного сопротивления полупроводника двухзондовым методом. Опишите требования, предъявляемые к форме образцов, в случае проведения измерений двухзондовым методом.
Ответ:
Принципиальная электрическая схема двухзондового метода:



ИТ – источник тока, А – амперметр, Г – гальванометр, П – потенциометр, З1, З2 – зонды, К1, К2 – торцевые контакты.
В случае двухзондового метода, удельное сопротивление части образца, заключенной между зондами, определяют по формуле:

$$\rho = \frac{U}{I}\frac{S}{l}$$

, где S – поперечное сечение образца, l – расстояние между зондами, U – падение напряжения между зондами, I – сила тока в цепи.

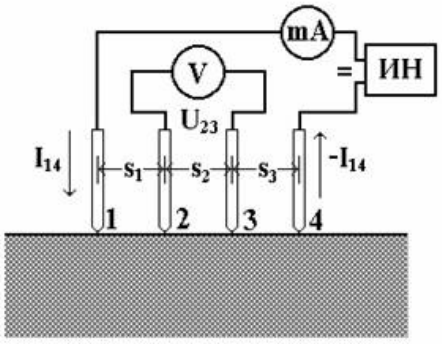
Поскольку для определения удельного сопротивления необходимо знать поперечное сечение образца, то надо использовать образцы простой геометрической формы, что является существенным недостатком данного метода.

ЗАДАНИЕ 2. Изобразите принципиальную электрическую схему четырехзондового метода. Приведите рабочую формулу оценки удельного сопротивления полупроводника четырехзондовым методом. Опишите требования, предъявляемые к форме образцов, в случае проведения измерений четырехзондовым методом.

Ответ:

В случае четрехзондового метода существует множество схем расположения зондов. Одним из самых простых и распространенных является линейное расположение зондов.

Принципиальная электрическая схема четырехзондового метода:



где ИН – источник напряжения, mA – миллиамперметр, V – вольтметр, I14 – сила тока в цепи (через зонды 1 и 4), U23 – разность потенциалов между зондами 2 и 3, S1=S2=S3 – расстояние между зондами.

Рабочая формула четырехзондового метода для полубесконечного образца, в случае, когда расстояния между зондами S1=S2=S3 равны:

$$\rho = 2\pi s \frac{U_{23}}{I_{14}}$$

где s - расстояние между зондами, U23 - разность потенциалов между зондами 2 и 3, I14 – сила тока в цепи.

В случае измерения удельного сопротивления образцов когда толщина образа d соизмерима с межзондовым расстоянием, что наблюдается в случае пластин кремния, используется другая рабочая формула:

$$\rho = \pi d \frac{U_{23}}{I_{14}} \cdot \ln 2$$

где d- толщина образца.

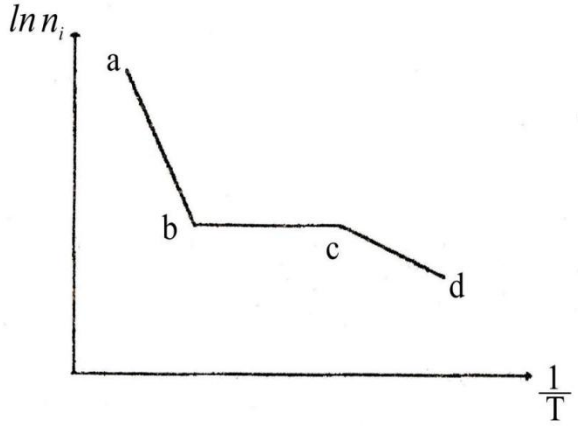
С помощью четырехзондового метода возможно измерение удельного сопротивления образцов любой формы и размеров. Условием для применения четырехзондового метода с точки зрения формы образца является наличие плоской поверхности, линейные размеры которой превосходят линейные размеры зондов.

ЗАДАНИЕ 3. Изобразите и опишите вид температурной зависимости концентрации носителей заряда в полупроводнике, содержащего донорную примеси.

Ответ:

Поскольку концентрация как собственных, так и примесных носителей, в зоне проводимости полупроводника растет экспоненциально, то температурную зависимость представляют в логарифмическом масштабе.

Температурная зависимость концентрации носителей заряда в полупроводнике, содержащего примеси:



Участок ab соответствует собственной проводимости и наблюдается при высоких температурах, когда тепловая энергия kT > Eg. В этом случае рост концентрации электронов осуществляется за счет межзонных переходов.

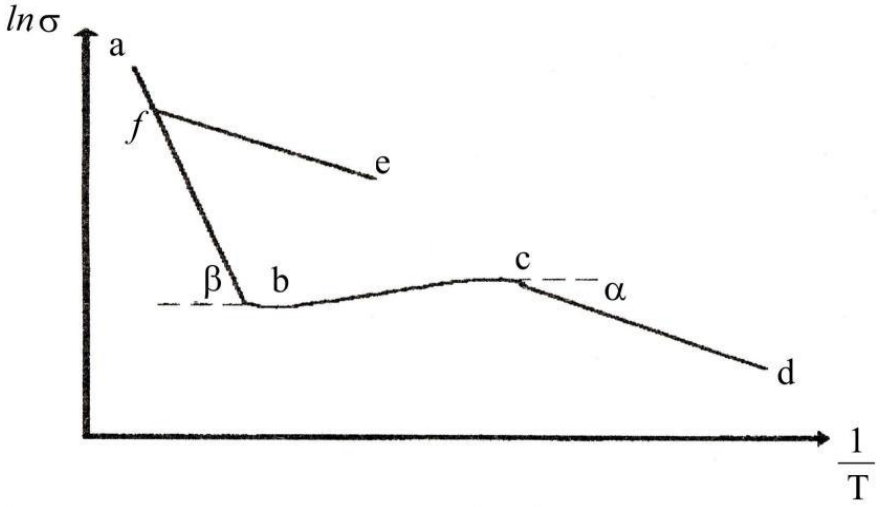
Участок cd находится в области низких температур и проводимость обусловлена примесями. В этом случае kT < Eg тепловой энергии недостаточно для переходов электронов из валентной зоны в зону проводимости, однако достаточно для ионизации примеси, т.е. тепловая энергия выше энергии активации примеси kT > Ed.

При дальнейшем повышении температуры все донорные примеси будут ионизованы (истощены) и рост концентрации носителей прекратится (участок bc). Данный участок температурной зависимости называется областью истощения.

ЗАДАНИЕ 4. Изложите каким способом с помощью температурной зависимости проводимости можно определить ширину запрещенной зоны кремния.

Ответ:

Для оценки ширины запрещенной зоны кремния по температурной зависимости проводимости необходимо рассматривать высокотемпертатурный участок данной зависимости, когда тепловая энергия kT > Eg (участок ab на рисунке).



Используя угол наклона β участка ab можно определить ширину запрещенной зоны кремния с помощью соотношения:

$$\Delta E = 2k \cdot tg\beta$$

где k – постоянная Больцмана, ΔE – ширина запрещенной зоны

ЗАДАНИЕ 5. Оцените величину сопротивления алюминиевого цилиндра длиной 10 см и диаметром 5 мм. Удельное сопротивление алюминия принять равным $2,8*10^{-6}$ Ом*см.

Ответ:

Электрическое сопротивление проводника связано с его геометрическими размерами и удельным сопротивлением следующим соотношением:

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

, где l – длина проводника, S – сечение проводника, ρ – удельное сопротивление
В данном случае $R=1.42*10^{-4}$ Ом.

ЗАДАНИЕ 6. Напишите, как расшифровывается марка кремниевой пластины КДБ-10.

Ответ:

Кремний дырочного типа проводимости, легированный бором. Удельное сопротивление пластины 10 Ом*см.

ЗАДАНИЕ 7. Определите концентрацию донорной примеси в кремниевой пластине, легированной мышьяком. Удельное сопротивление пластины составляет 3 Ом*см, концентрация собственных носителей заряда $n_i=1,5*10^{10}$ в 1 $см^{-3}$, подвижности электронов и дырок равны 1200 и 500 $см^2/(В*с)$.

Ответ:

Удельное сопротивление примесного кремния n-типа определяется выражением:

$$\rho = \frac{1}{en\mu_n + ep\mu_p}$$

Подставив в данное уравнение числовые значения подвижности, удельного сопротивления и заряда электрона, получим:

$$3 = \frac{1}{1.6*10^{-19}(n*1200 + p*500)}$$

Отсюда:

$$2.1*10^{18} = 1200*n + 500*p$$

Согласно закону действующих масс:

$$np = n_i^2$$

Следовательно:

$$p = \frac{n_i^2}{n} = \frac{(1.5*10^{10})^2}{n}$$

Следовательно:

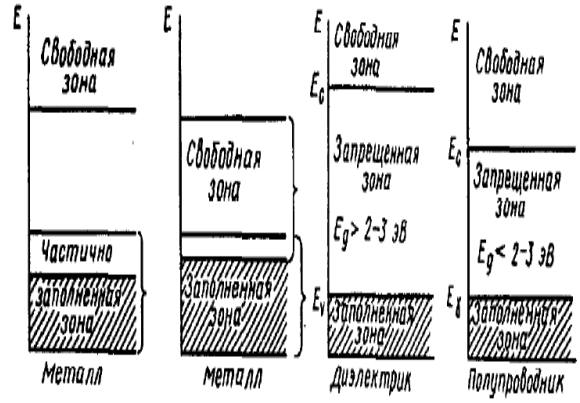
$$2.1*10^{18} = 1200*n + 500*\frac{(1.5*10^{10})^2}{n}$$

$$1200*n^2 + 2.1*10^{18}*n + 11.25*10^{23} = 0$$

$$n = \frac{2.1*10^{18} + \sqrt{(2.1*10^{18})^2 - 4*1200*1.125*10^{23}}}{2*1200} = 1.75*10^{15} cm^{-3}$$

ЗАДАНИЕ 8. Изобразите схематически различия в заполнении зон электронами в металлах и диэлектриках.

Ответ:
Изобразите схематически различия в заполнении зон электронами в металлах и диэлектриках.
В случае металлов, как правило, заполненная валентная зона перекрывается с зоной проводимости. Под действием внешнего электрического поля электроны будут переходить на более высокие свободные уровни свободной зоны (зоны проводимости).
В случае диэлектриков валентная зона заполнена электронами полностью и отделена от зоны проводимости запрещенной зоной Eg с шириной >3 эВ. В кристалле с такой зонной структурой внешнее поле не может создать электрического тока.
Варианты заполнения зон электронами в металле и диэлектрике показаны на рисунке:



ЗАДАНИЕ 9. Напишите, как расшифровывается марка кремниевой пластины КЭФ-0,05.
Ответ:
Кремний электронного типа проводимости, легированный фосфором. Удельное сопротивление пластины 0,05 Ом*см.

ЗАДАНИЕ 10. Запишите выражение, связывающее постоянную Холла и концентрацию носителей заряда.
Ответ:
Постоянная Холла обратно пропорционален концентрации носителей заряда, а знак совпадает со знаком носителей заряда.
В случае электронов:

$$R = -\frac{1}{en}$$

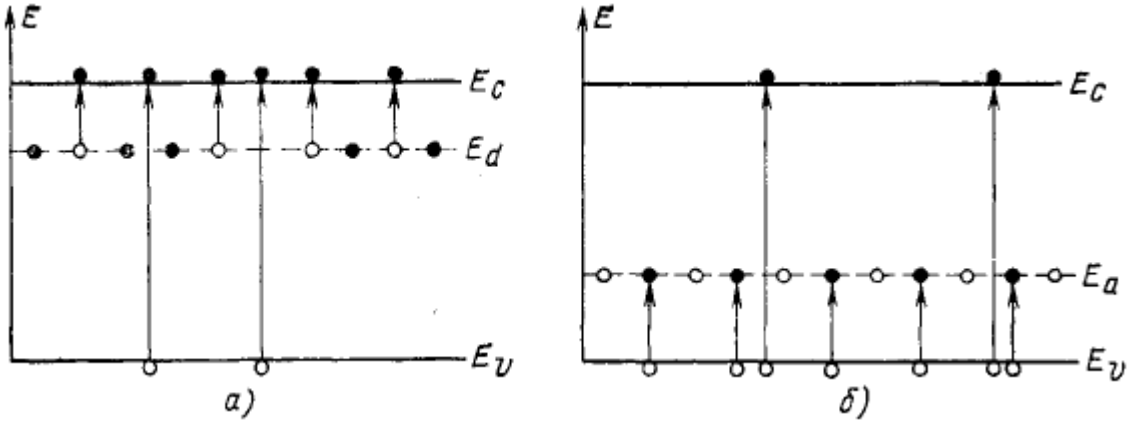
В случае дырок:

$$R = \frac{1}{ep}$$

где R – постоянная Холла, e – заряд электрона, n – концентрация электронов, p – концентрация дырок

ЗАДАНИЕ 11. Изобразите схематически энергетическую диаграмму донорного и акцепторного полупроводников.
Ответ:
Наличие примеси в кристалле полупроводника будет характеризоваться появлением локальных уровней, лежащих в запрещенной зоне. В случае донорной примеси

появляется донорный уровень Ed, который располагается вблизи дна зоны проводимости Ec. В случае акцепторной примеси появляется акцепторный уровень Ea вблизи потолка валентной зоны Ev.

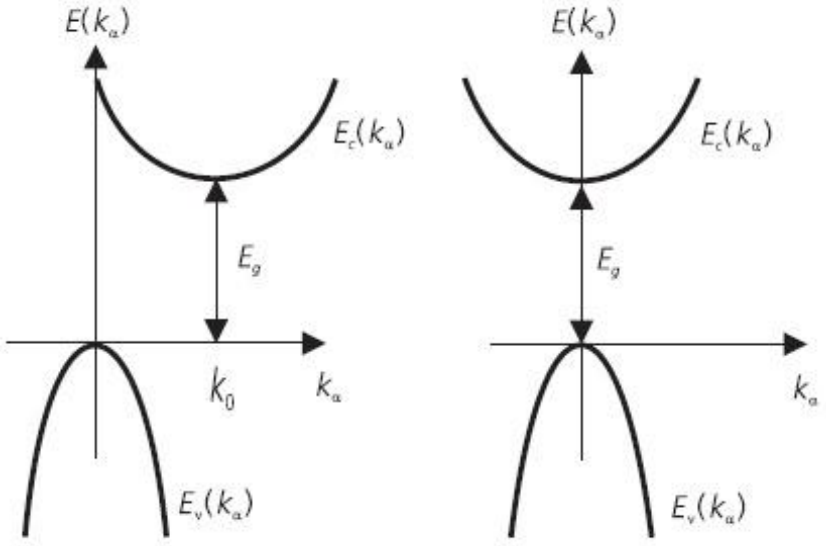


Энергетическая диаграмма донорного (а) и акцепторного (б) полупроводников.

ЗАДАНИЕ12. Изобразите схематически зонную структуру прямозонного и непрямозонного полупроводника. Приведите примеры прямозонных и непрямозонных полупроводников.

Ответ:

Схематическое изображение зонной структуры непрямозонного полупроводника (слева) и прямозонного (справа)



К непрямозонным полупроводникам относятся кремний, германий и т.д.
К прямозонным полупроводникам относятся GaAs, GaN и т.д.

ЗАДАНИЕ 13. Перечислите механизмы поглощения света полупроводниками.

Ответ:

Поглощение света в полупроводниках обусловлено, в основном, действием следующих механизмов:

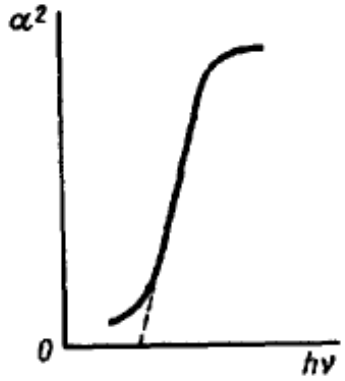
1) Собственное поглощение - межзонные электронные переходы из валентной зоны в зону проводимости.

2) Экситонное поглощение – переходы, связанные с участием экситонных состояний.

3) Поглощение свободными носителями заряда – переходы электронов или дырок внутри соответствующих разрешенных зон.

4) Примесное поглощение – переходы с участием примесных состояний.
5) Решеточное (фононное) поглощение – поглощение света колебаниями кристаллической решетки.

ЗАДАНИЕ 14. Изобразите схематически зависимость квадрата коэффициента поглощения от энергии фотонов для прямых разрешенных переходов. Каким образом с помощью данной зависимости можно определить ширину запрещенной зоны полупроводника.
Ответ:
Зависимость квадрата коэффициента поглощения от энергии фотонов для прямых разрешенных переходов выглядит следующим образом:



Экстраполируя линейный участок данной зависимости к нулю, значение в точке пересечения с осью hv будет отражать величину ширины запрещенной зоны.

ЗАДАНИЕ 15. Объясните по какой причине многие диэлектрики при комнатной температуре оптически прозрачны.
Ответ:
Многие диэлектрики при комнатной температуре оптически прозрачны, поскольку в них отсутствуют электронные или колебательные переходы в видимой области спектра ((740-360) нм, (1,7-3,5 эВ)), так как энергии оптического излучения недостаточно для перевода электронов из валентной зоны в зону проводимости (если ширина запрещенной зоны больше 3,5 эВ). Например, кристаллы алмаза с шириной запрещенной зоны 5,2 эВ и корунда с шириной запрещенной зоны 7 эВ являются оптически прозрачными.

УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла

Период окончания формирования компетенции: 2 семестр

Перечень дисциплин (модулей), практик, участвующих в формировании компетенции:
– Дисциплины (модули) (блок Б1):
- ✓ Б1.О.04 Проектный менеджмент (2 семестр)

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Выберите правильный вариант ответа:
Что такое жизненный цикл проекта?

Варианты ответа:
- **набор фаз, через которые проходит проект с момента его инициации до момента закрытия**
- точное и полное расписание проекта с учетом работ, их длительностей, необходимых ресурсов, которое служит основой для исполнения проекта
- полный перечень работ проекта
- период, в течение которого проект приносит прибыль

ЗАДАНИЕ 2. Что из нижеследующего лучше всего описывает план управления проектом?
Варианты ответа:
- Распечатка из информационной системы по учету проектов
- Диаграмма Ганта
- **Содержание, стоимость, риски, ресурсы и прочие планы**
- Содержание проекта

ЗАДАНИЕ 3. Выберите правильный вариант ответа:
Могут ли фазы проекта перекрывать друг друга?
Варианты ответа:
- **Да, если этого требует технология реализации проекта**
- Нет, фазы должны следовать одна за другой
- В зависимости от объемов трудозатрат
- В зависимости от наличия подрядных организаций

ЗАДАНИЕ 4. Выберите правильный вариант ответа:
Что такое "водопадный" тип жизненного цикла?
Варианты ответа:
- Жизненный цикл, при котором фазы связаны через ресурсы проекта
- Жизненные цикл, при котором вехи проекта реализуются одна за другой
- Жизненные цикл, при котором задачи проекта реализуются одна за другой
- **Жизненный цикл, при котором фазы проекта реализуются одна за другой**

ЗАДАНИЕ 5. В проектном менеджменте вехой называют … .
Варианты ответа:
- набор логически взаимосвязанных работ проекта, в процессе завершения которых достигается один из основных результатов проекта
- полный набор последовательных работ проекта
- **ключевое событие проекта, используемое для осуществления контроля над ходом его реализации**
- начало выполнения проекта

ЗАДАНИЕ 6. Определите последовательность действий по планированию материальных ресурсов проекта
- Определение материальных ресурсов, необходимых для выполнения каждой работы
- Составление единого перечня материальных ресурсов для реализации проекта и анализ альтернативных вариантов
- Определение наличия необходимого объема материальных ресурсов
- Анализ и разрешение возникших противоречий в потребности и наличии материальных ресурсов

Варианты ответа:

- 1
- 2
- 3
- 4

* В формулировке вопроса действия расположены в верном порядке.

ЗАДАНИЕ 7. Выберите правильный вариант ответа:
Зачем используется метод критического пути?
Варианты ответа:
- для планирования рисков проекта
- для планирования мероприятий по выходу из критических ситуаций
- **для оптимизации (сокращения) сроков реализации проекта**
- для определения продолжительности выполнения отдельных работ

ЗАДАНИЕ 8. Выберите правильный вариант ответа:
Два события в сетевом графике могут быть соединены … .
- **только одной работой**
- несколькими работами
- одной или более работами

ЗАДАНИЕ 9. Выберите правильный вариант ответа:
Что такое критический путь проекта?
Варианты ответа:
- Последовательность взаимосвязанных работ
- Последовательность независимых работ
- Самая короткая последовательность работ в проекте
- **Самая длинная последовательность работ**

ЗАДАНИЕ 10. Выберите правильный вариант ответа:
Структурная декомпозиция работ проекта — это …
Варианты ответа:
- **графическое изображение иерархической структуры всех работ проекта**
- направления и основные принципы осуществления проекта
- дерево ресурсов проекта
- организационная структура команды проекта

ЗАДАНИЕ 11. Выберите правильный вариант ответа:
На какой вопрос не дает ответ метод критического пути?
Варианты ответа:
- **Каков срок окупаемости проекта?**
- На какое время можно отложить выполнение некритических работ, чтобы они не повлияли на сроки выполнения проекта?
- Сколько времени потребуется на выполнение всего проекта?
- Какие работы являются критическими и должны быть выполнены в точно определенное графиком время?

ЗАДАНИЕ 12. Выберите правильный вариант ответа:
Какая работа называется критической?
Варианты ответа:
- Длительность которой максимальна в проекте
- Стоимость которой максимальна в проекте
- Работа с максимальными трудозатратами

– **Работа, для которой задержка ее начала приведет к задержке срока окончания проекта в целом**

ЗАДАНИЕ 13. Выберите правильный вариант ответа:
В чем заключается основное отличие бюджета от сметы проекта?
Варианты ответа:
– **В бюджете затраты распределяются во времени, а в смете содержится только перечень затрат и их размер**
– Бюджет включает более широкий перечень затрат, чем смета
– Бюджет включает плановые значения затрат, а смета - фактические
– Ничем, эти понятия синонимы

ЗАДАНИЕ 14. Выберите правильный вариант ответа:
Что называется точкой безубыточности?
Варианты ответа:
– объем производства продукции (оказания услуг), при котором предприятие получает запланированную прибыль
– реальный объем выпуска продукции
– разница между выручкой и затратами предприятия
– **объем реализации продукции, который позволит предприятию покрыть все расходы и выйти на нулевой уровень прибыли**

ЗАДАНИЕ 15. Выберите правильный вариант ответа:
Прибыль, остающаяся в распоряжении предприятия после уплаты всех налогов, называется … .
Варианты ответа:
– валовая прибыль
– **чистая прибыль**
– балансовая прибыль
– налогооблагаемая прибыль

ЗАДАНИЕ 16. Выберите правильный вариант ответа:
При каком периоде окупаемости целесообразны инвестиции в проект?
Варианты ответа:
– **период окупаемости не выходит за рамки жизненного цикла проекта**
– выходит за рамки жизненного цикла проекта
– меньше 3 лет
– не определен

ЗАДАНИЕ 17. Выберите правильный вариант ответа:
Проект является убыточным, если его чистый дисконтированный доход (ЧДД, NPV, Net Present Value) … .
Варианты ответа:
– **отрицательный**
– положительный
– равен нулю
– не определен

ЗАДАНИЕ 18. Выберите правильный вариант ответа:
Метод освоенного объема позволяет … .
Варианты ответа:

- оптимизировать сроки выполнения проекта
- **определить отставание/опережение хода реализации работ по графику и перерасход/экономию бюджета проекта**
- определить продолжительность отдельных работ проекта
- освоить максимальный объем бюджетных средств

ЗАДАНИЕ 19. Выберите правильный вариант ответа:
Что является основной причиной конфликтов в проекте как системе?
Варианты ответа:
- противоречие потребностей сохранения существующей системы и реализации целевых установок
- отсутствие взаимопонимания в трудовом коллективе
- **несовпадение целей участников процесса**

ЗАДАНИЕ 20. Выберите правильный вариант ответа:
Матрица ответственности – это ... .
Варианты ответа:
- **структура ответственности всех лиц, принимающих участие в реализации задач проекта**
- штатное расписание проекта
- система поощрений и наказаний сотрудников компании, принимающих участие в реализации проекта
- распределение работников по группам для решения задач проекта

ЗАДАНИЕ 21. Выберите правильный вариант ответа:
Кто является владельцем проекта и будущим потребитель его результатов?
Варианты ответа:
- инвестор
- куратор проекта
- команда проекта
- **заказчик проекта**

ЗАДАНИЕ 22. Выберите правильный вариант ответа:
Кто из членов команды управления проектом, лично отвечает за все результаты проекта?
Варианты ответа:
- **руководитель проекта**
- куратор проекта
- инициатор проекта
- заказчик проекта

ЗАДАНИЕ 23. Выберите правильный вариант ответа:
Управление коммуникациями проекта – это … .
Варианты ответа:
- набор программно-компьютерных комплексов
- **управленческая функция, направленная на обеспечение своевременного сбора, генерации, распределения и сохранения необходимой проектной документации**
- набор документов, регламентирующих процессы обработки информации в проекте
- правила взаимодействия между членами команды проекта

ЗАДАНИЕ 24. Какие из нижеперечисленных критериев позволяют оценить эффективность коммуникаций в проекте?
Варианты ответа:
- нагрузка на участников распределена в соответствии с планом работ
- участники команды знают актуальные цели проекта и свою роль в команде
- участники не отвлекают друг друга неважными и несрочными вопросами в рабочее время
- **все вышеперечисленное**

ЗАДАНИЕ 25. Выберите условие, при котором целесообразно использовать гибкий (итеративный) подход к планированию проекта:
Варианты ответа:
- Бюджет проекта строго ограничен
- Нужна детальная документация по всем процессам разработки
- **Продукт разрабатывается в сфере, подверженной постоянным изменениям**
- Продукт должен быть создан к конкретному сроку

ЗАДАНИЕ 26. Выберите правильный вариант ответа:
В чем различие между скрамом и аджайлом?
Варианты ответа:
- **Agile – это культура, включающая в себя различные подходы гибкого управления. Scrum – фреймворк, шаблон рабочего процесса, помогающий командам вести совместную работу**
- Это одно и то же
- Скрам – это равносильное аджайлу направление в сфере гибких методологий, основанное на применении итеративного подхода с временным интервалом. В аджайле же основной упор – на равенство ролей в команде
- Agile можно применять в различных сферах, а Scrum – исключительно в ИТ

ЗАДАНИЕ 27. При использовании гибких технологий управления проектом в спринт попадают задачи, которые … .
Варианты ответа:
- **имеют самый высокий приоритет**
- берет Scrum мастер
- не являются сложными
- имеют четко сформулированные и описанные требования

ЗАДАНИЕ 28. Выберите правильный вариант ответа:
Как звучит основная идея Agile?
Варианты ответа:
- люди и взаимодействие важнее процессов и инструментов
- работающий продукт важнее исчерпывающей документации
- сотрудничество с заказчиком важнее согласования условий контракта
- готовность к изменениям важнее следования первоначальному плану
- **все вышеперечисленное**

ЗАДАНИЕ 29. Выберите правильный вариант ответа:
Что из нижеперечисленного является наиболее универсальным инструментом канбан, который можно использовать в любом процессе и в любой отрасли?
Варианты ответа:

- **канбан-доска**
- канбан-окно
- канбан-тетрадь
- канбан-задача

ЗАДАНИЕ 30. Выберите правильный вариант ответа:
Легитимизация конфликта – это … .
Варианты ответа:
- придание конфликту широкой огласки
- **достижение соглашения между конфликтующими сторонами по признанию и соблюдению установленных норм и правил поведения в конфликте**
- создание соответствующих органов и рабочих групп по регулированию конфликтного взаимодействия
- определение места и времени переговоров по разрешению конфликта

2) **открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):**

ЗАДАНИЕ 1. Какой документ является основным результатом выполнения группы процессов планирования?
Ответ: **План управления проектом**

ЗАДАНИЕ 2. Какому инструменту формирования видения и планирования проекта соответствует следующее определение?
… – это графическая схема, на которой изображены основные стадии, действия, причинно-следственные связи и предполагаемые результаты данных действий в так называемых узлах

Ответ: **Дорожная карта / дорожная карта проекта**
ЗАДАНИЕ 3. Определение содержания и границ проекта, заинтересованных лиц проекта, внешних и внутренних ограничений и требований, формирование критериев оценки успешности проекта осуществляется на этапе … .

Ответ: **инициации / инициации проекта**
ЗАДАНИЕ 4. Какому критерию SMART не соответствует цель «Увеличить количество заключаемых договоров с новыми клиентами на 20% за счет внедрения скриптов продаж»?

Ответ: **время (срок, ограниченность во времени, time, time bound)**
ЗАДАНИЕ 5. Какому критерию SMART не соответствует цель «За три месяца увеличить количество клиентов»?
Ответ: **измеримость / измеримый (measurable)**

ЗАДАНИЕ 6. Какой подход был использован при построении представленной на рисунке иерархической структуры работ?

Ответ: **функциональный**

ЗАДАНИЕ 7. Какому термину соответствует следующее определение?
… – это элемент структуры сетевого графика, используемый исключительно для указания логической связи отдельных событий.
Ответ: **Фиктивная работа**

ЗАДАНИЕ 8. Стиль разрешения конфликтов, когда стороны идут на уступки – это … .
Ответ: **компромисс**

ЗАДАНИЕ 9. Кто, в соответствии с матрицей RACI, несет ответственность за исполнение задания, а также имеет право принимать решения, связанные со способом его выполнения?
Ответ: **ответственный (accountable)**

ЗАДАНИЕ 10. В соответствии с матрицей RACI, он не несет ответственности за выполнение работы проекта. Его информируют об уже принятом решении, взаимодействие с ним носит односторонний характер?
Ответ: **Наблюдатель, информируемый, информируемое лицо, informed**

ЗАДАНИЕ 11. Данный стиль разрешения конфликта характеризуется тем, что стороны расходятся во мнениях, но готовы выслушать друг друга, чтобы изложить свои позиции, понять причины конфликта и разработать долгосрочное взаимовыгодное решение.
Ответ: **сотрудничество**

ЗАДАНИЕ 12. Стиль поведения в конфликте, предполагающий стремление к частичному удовлетворению интересов обеих сторон конфликта. Часто рассматривается только как промежуточный этап разрешения конфликта перед поиском такого решения, в котором обе стороны были бы удовлетворены полностью.
Ответ: **компромисс**

ЗАДАНИЕ 13. Выявить внутренние сильные и слабые стороны проекта, а также внешние возможности и угрозы, и установить связи между ними можно с помощью матрицы _____.
Ответ: **SWOT (СВОТ)**

ЗАДАНИЕ 14. Предприниматель размещает подробное описание своего проекта на специальной платформе. Описывает цели проекта, планы получения прибыли, необходимые ресурсы, а затем посетители платформы изучают информацию о проек-

те и дают деньги, при условии, что им понравилась идея. Как называется такой способ финансирования проекта?
Ответ: **краудфандинг.**

ЗАДАНИЕ 15. Какая стадия формирования проектной команды является наиболее трудной, сопровождающейся значительным снижением производительности команды.
Ответ: **бурление (столкновение, storming)**

3) открытые задания (расчетные задачи, средний уровень сложности):

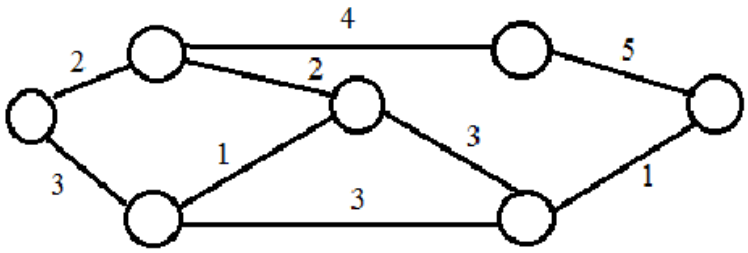
ЗАДАНИЕ 1. Посчитайте, за какое количество рабочих дней была выполнена задача (приведите ход решения).
Дано: Было потрачено 32 чел.-час., рабочий день – 4 часа, один сотрудник выполнял задачу с самого начала, второй сотрудник присоединился на третий день. Работы завершили вместе.
Решение: первый сотрудник отработал 4*2 = 8 чел.-часов, осталось 32-8 = 24 чел.-час.
Начиная с третьего дня работают два сотрудника: 24 / (2 * 4) = 3 дня 2 + 3 = 5 дней
Ответ: **5**

ЗАДАНИЕ 2. Сделайте прогноз, сколько еще часов необходимо потратить сотруднику для завершения задачи (приведите ход решения).
В еженедельном отчете содержится следующая информация: рабочая неделя – 5 дней, 8 часов в день; прогнозная длительность задачи – 3 рабочих дня; сотрудник потратил 2 дня и выполнил половину работ.
Решение: половина работ выполнена за 2 рабочих дня, т.е. за 16 часов. Следовательно, для выполнения второй половины работ потребуется 16 часов.
Ответ: **16 часов**

ЗАДАНИЕ 3. Сделайте прогноз, на сколько часов сотрудник потратит больше, чем было запланировано (приведите ход решения).
Дано: рабочая неделя – 4 дня, 6 часов в день; прогнозная длительность задачи – 5 рабочих дней; сотрудник потратил 2 дня и выполнил четверть работ.
Решение: на выполнение четверти работ потребовалось 2 * 6 = 12 часов, следовательно, на весь объем работ потребуется 12 * 4 = 48 часов. Прогнозная длительность задачи 5 * 6 = 30 часов. Перерасход времени составит 48 – 30 = 18 часов.
Ответ: **18 часов.**

ЗАДАНИЕ 4. Посчитайте, за какое количество дней была выполнена задача (приведите ход решения).
Дано: Было потрачено 36 чел.-час. Рабочий день – 6 часов. Первые два дня сотрудники выполняли задачу вдвоем, а затем один из них переключился на другую задачу.
Решение: За первые два дня было потрачено 2 * 2 * 6 = 24 чел.-час.
Осталось выполнить первому работнику 36 – 24 = 12 чел.-час. 12 / 6 = 2 дня
2+2 = 4 дня.
Ответ: **4 дня.**

ЗАДАНИЕ 5. На дугах указана продолжительность работ в днях. Определите длительность критического пути (приведите ход решения), если:

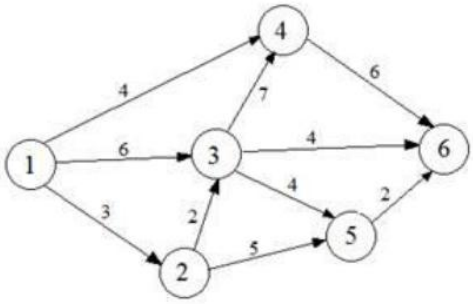


Решение: 2+4+5 = 11
Ответ: **11**

ЗАДАНИЕ 6. Сетевая модель задана таблично:

Работа (код)	Продолжительность, человеко-дней
(1,2)	3
(1,3)	6
(1,4)	4
(2,3)	2
(2,5)	5
(3,4)	7
(3,5)	4
(3,6)	4
(4,6)	6
(5,6)	2

Рассчитайте продолжительность критического пути в человеко-днях (приведите ход решения).
Решение:



Критический путь: 1-3-4-6.
Длительность критического пути: 6+7+6 = 19 человеко-дней.
Ответ: **19**

ЗАДАНИЕ 7. Укажите две типичные ошибки при построении матрицы ответственности.
Ответ: (возможные варианты)

- **пустые столбцы в матрице ответственности**
- **в одной ячейке проставлено два символа**
- **матрицу ответственности перегружена символами**
- **у задачи много ответственных**
- **у участника проекта нет R- или A-роли**
- **один из участников команды является R-исполнителем (ответственным) сразу в нескольких задачах.**

ЗАДАНИЕ 8. Изделия продаются по цене 250 руб. за единицу, переменные затраты составляют 170 руб. за единицу изделия, постоянные затраты – 350 000 руб. за период. Определить минимальное количество изделий, которые необходимо произвести и реализовать за указанный период, чтобы не получить ни прибыли, ни убытка (приведите ход решения).
Решение: 350 000 / (250 – 170) = 4 375 изд.
Ответ: **4 375**

ЗАДАНИЕ 9. Постоянные затраты предприятия за период составили 72 тыс. руб., а переменные – 6 руб. за штуку. Цена изделия - 15 руб. Определите прибыль предприятия при производстве 12 000 изделий (приведите ход
решения).
Решение: Выручка = 12 000 * 15 = 180 000 руб.
Совокупные затраты = 72 000 + 6*12 000 = 144 000 руб.
Прибыль = 180 000 – 144 000 = 36 000 руб.
Ответ: **36 000**

ЗАДАНИЕ 10. Совокупные переменные расходы - 80 тыс. руб., постоянные расходы - 16 тыс. руб. Определите цену изделия, если точка безубыточности составила 1 000 штук (приведите ход решения).
Решение: Переменные затраты на единицу продукции = 80 000 / 1 000 = 80 руб.
16 000 / (Цена – 80) = 1 000
Цена = 16+80 = 96 руб.
Ответ: **96**

ЗАДАНИЕ 11. Выручка от реализации организации составляет 135 тыс. руб., совокупные переменные расходы - 85 тыс. руб., постоянные расходы - 17 тыс. руб.
Определите прибыль предприятия (приведите ход решения).
Решение: 135 000 – 85 000 – 17 000 = 33 000 руб.
Ответ: **33 000**

ЗАДАНИЕ 12. Изделия продаются по цене 250 руб. за единицу, переменные затраты составляют 170 руб. на единицу изделия, постоянные затраты - 350000 руб. за период. Определить, сколько изделий должно быть продано, чтобы предприятие получило прибыль в сумме 30 000 руб. (приведите ход решения).
Решение: (350 000 + 30 000) / (250 – 170) = 4 750 изд.
Ответ: **4750**

ЗАДАНИЕ 13. Назовите 3 способа снижения рисков проекта.
Варианты ответа: **страхование, диверсификация, резервирование (резерв, самострахование), хеджирование, распределение, избегание**

ЗАДАНИЕ 14. Предприятие заказывает у поставщика сырье и материалы на сумму 1 млн. рублей. Выберите наиболее выгодный вариант финансирования.
а) получить отсрочку у поставщика: срок отсрочки платежа 50 дней, надбавка к цене за отсрочку платежа – 3%;
б) оплатить товар с помощью банковского кредита, срок кредита – 60 дней под 17% годовых. Год не високосный. Ответ округлить до целых.
В ответе указать: а) или б) и размер экономии. Приведите ход решения.

Решение: Чтобы выбрать наиболее выгодный вариант финансирования, необходимо сравнить размер платежей (переплаты) по каждому варианту.
а) при отсрочке переплата составит: 1 000 000 0,03 = 30 000 руб.
б) при банковском кредитовании переплата составит: 1 000 000*0,17*(60/365) =27 945 руб.
Банковское кредитование выгоднее на 30 000 – 27 845 = 2 055 руб.
Ответ: б) **2055**

УК-3. Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели

Период окончания формирования компетенции: 2 семестр

Перечень дисциплин (модулей), практик, участвующих в формировании компетенции:
– Дисциплины (модули):
- ✓ Б1.О.06 Современные теории и технологии развития личности (2 семестр);

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Выберите правильный вариант ответа:
При необходимости подготовить коллектив к деятельности в экстремальной ситуации целесообразной формой социально-психологической работы с группой будет … .
Варианты ответа:
- деловая игра
- тренинг переговоров
- **тренинг стрессоустойчивости**
- консультация руководителя группы по вопросам управления коллективом в экстремальных ситуациях

ЗАДАНИЕ 2. Выберите правильный вариант ответа:
При диагностике социального аспекта групповой жизни малой группы и/или команды (межличностные отношения и общение) используют … .
Варианты ответа:
- методы и диагностики функционально-ролевых позиций в группе
- методы диагностики ролевых конфликтов
- **метод социометрии, методы исследования групповой сплоченности**
- методики диагностики стилей руководства командой

ЗАДАНИЕ 3. Выберите правильный вариант ответа:
Изучение делового аспекта групповой жизни команды включает в себя диагностику … .
Варианты ответа:
- межличностных отношений и общения
- восприятия индивидом группы, конформизм и конформность
- **структуры функционального распределения ролей, отношения к работе, продуктивности, принятия решений**
- методов диагностики социально-психологического климата группы

ЗАДАНИЕ 4. Выберите правильный вариант ответа:
Когда зародилось командообразование как специальный вид деятельности?
Варианты ответа:
- в конце 15 века
- **во второй половине 20 века**
- в начале 16 века
- во второй половине 14 века

ЗАДАНИЕ 5. Выберите правильный вариант ответа:
Кто впервые обратил внимание на важность ролевого распределения внутри команды для максимально упрощенного и быстрого обмена информацией, а также выработки наиболее эффективных способов коммуникации между членами группы?
Варианты ответа:
- Т.В. Черниговская
- Роршах
- **М. Белбин**
- Д. Карнеги

ЗАДАНИЕ 6. Выберите правильный вариант ответа:
Для понимания особенностей выстраивания контакта при руководстве командой важно ориентироваться на сущность следующих фаз контакта, выделенных Ф. Перлзом:
Варианты ответа:
- **преконтакт, контакт, финальный (полный) контакт, постконтакт**
- зарождение идеи, кодирование и выбор канала, передача, декодирование
- отправитель, сообщение, канал связи, получатель
- знакомство, решение совместной задачи, прерывание.

ЗАДАНИЕ 7. Выберите правильный вариант ответа:
Что является сутью организационных задач процесса управления, по Т.Ю. Базарову?
Варианты ответа:
- планирование и изменение положения организации на рынке
- **проектирование бизнес-процессов и организационной структуры, разработка мероприятий по достижению целей организации**
- управление ресурсами и их распределение
- направление потенциала сотрудников, урегулирование человеческого фактора

ЗАДАНИЕ 8. Выберите правильный вариант ответа:
Что необходимо знать о потребностях членов команды (с опорой на работы А.Маслоу) для эффективного руководства ими?
Варианты ответа:
- соотносятся ли они с духовным здоровьем
- **актуализированный и следующий в иерархии уровень потребностей**
- ограничения в удовлетворении ряда базовых потребностей
- способы удовлетворения потребностей, доступные сотрудникам

ЗАДАНИЕ 9. Какая управленческая роль в команде, согласно модели Т.Ю. Базарова, имеет четкое видение итогового результата и способна проектировать этапы его достижения, гибко учитывать ограничения при проектировании структур и технологий?

Варианты ответа:
– **организатор**
– управленец
– администратор
– руководитель

ЗАДАНИЕ 10. Какая модель командных ролей описывает восемь рабочих функций в процессе управления, анализирует типы задач, решаемых командой, и дает возможность оптимизировать управленческую деятельность?
Варианты ответа:
– концепция командных ролей Р.М. Белбина
– «колесо команды» Марджерисона – Мак-Кена
– модель управленческих ролей Т.Ю. Базарова
– все перечисленные выше модели

ЗАДАНИЕ 11. Британский бизнес-консультант и психолог М.Вудкок разработал методику диагностики команды, которая была названа его именем – «Тест Вудкока». На оценку какого фактора направлена данная методика?
Варианты ответа:
– **оценка эффективности работы в команде**
– оценка групповой конформности
– оценка групповой идентичности
– оценка распределения функциональных обязанностей в команде

ЗАДАНИЕ 12. Выберите правильный вариант ответа: Какова оптимальная численность человек в тренинговой группе?
– **8–15**
– 3–4
– 25
– 1

ЗАДАНИЕ 13. Выберите правильный вариант ответа: Если в организации возникают проблемы, связанные с созданием или реформирование существующих организационных структур, то руководителю рекомендуется применять … .
Варианты ответа:
– **проектировочные игры**
– имитационные игры
– управленческие игры
– терапевтические игры

ЗАДАНИЕ 14. Укажите оптимальную форму групповой работы для ознакомления новых сотрудников с правилами и нормами организации:
Варианты ответа:
– деловая игра
– тренинг командообразования
– **лекция о групповых правилах и нормах**
– коммуникативный тренинг

ЗАДАНИЕ 15. Выберите правильный вариант ответа: Межличностные отношения и общение, доверие и сплоченность составляют … .
Варианты ответа:

– деловой аспект групповой жизни
– **социальный аспект групповой жизни**
– управленческий аспект групповой жизни
– групповое развитие

ЗАДАНИЕ 16. Какая роль относится к рабочей задаче «Консультирование» согласно модели командных ролей Марджерисона – Мак-Кена?
Варианты ответа:
– **«Докладчик-консультант». Справляется со сбором информации. Избегает конфликтов и прямых столкновений**
– «Специалист по оценке и развитию». Испытывает желание продвигать идеи и внедрять нововведения, склонен к проектной деятельности.
– «Координатор-организатор». Склонен оказывать влияние на события, легко принимает решение, преодолевая конфликтные ситуации
– «Инспектор-контролер». Предпочитает работать самостоятельно, его вклад будет виден и эффективен, если команда понимает, что от него требуется

ЗАДАНИЕ 17. Выберите правильный вариант ответа: Команда с большей вероятностью столкнется с конфликтами, если … .
Варианты ответа:
– **цели и задачи компании не ясны или не доведены до всех членов**
– уменьшить на 1 час рабочую неделю
– устраивать совместные корпоративы
– увеличить премию

ЗАДАНИЕ 18. Выберите правильный вариант ответа: Что является главным средством поддержания сплоченности и внутренней стабильности группы по З. Фрейду?
Варианты ответа:
– **аутгрупповая враждебность**
– устранение относительной депривации
– перевод ситуации конкуренции в ситуацию кооперации
– полимотивированность деятельности

ЗАДАНИЕ 19. Выберите правильный вариант ответа: Согласно Н.В. Семилету, интеракционные дискуссии – это … .
Варианты ответа:
– дискуссии, в которых обсуждаются значимые для всех участников тренинговой группы вопросы и проблемы
– дискуссии, ориентированные на прошлый опыт, в которых анализируются трудности личной или профессиональной жизни отдельного участника
– **дискуссии, материалом которых служат структура и содержание взаимоотношений между участниками группы**
– дискуссии, материалом которых служит содержание отдельных упражнений и игр тренинга, в ходе которых необходимо выполнить какую-либо задачу

ЗАДАНИЕ 20. Укажите стратегию ведения групповой дискуссии, при которой у ведущего есть четкий плана ее проведения (группе предлагаются темы для обсуждения и способы их проработки):
Варианты ответа:
– свободная форма
– **программированная форма**

– компромиссная форма
– комбинированная форма

ЗАДАНИЕ 21. Выберите правильные варианты ответа: В зависимости от целей коррекции межличностных отношений или личностных проблем – какие дискуссии выделяют?
Варианты ответа:
– **тематическую**
– романтическую
– **биографическую**
– веселую

ЗАДАНИЕ 22. Выберите правильный вариант ответа: Дискуссионная группа – это… .
Варианты ответа:
– **группа, собирающаяся для того, чтобы помочь участникам говорить о своих проблемах и решать их в атмосфере взаимной поддержки**
– группа для подготовки праздника
– группа для выезда на пикник
– шопинг-группа

ЗАДАНИЕ 23. Какая из командных стратегий (стилей руководства) наиболее эффективна при руководстве творческим коллективом или научной группой, где каждому члену присущи самостоятельность и творческая индивидуальность?
Варианты ответа:
– демократическая
– **либеральная**
– авторитарная
– смешанная

ЗАДАНИЕ 24. Какая команда может быть создана для решения необычного разового задания, требующего уникальных креативных решений?
Варианты ответа:
– вертикальная
– горизонтальная
– **специализированная**
– виртуальная

ЗАДАНИЕ 25. Укажите ролевые позиции в команде, выделенные в концепции Т. Ю. Базарова:
Варианты ответа:
– координатор – реализатор – контролер – мотиватор
– организатор – администратор – контролер – мотиватор
– **организатор – администратор – управленец – руководитель**
– координатор-организатор-управленец-мотиватор

ЗАДАНИЕ 26. Выберите правильный вариант ответа: Для оценки специфики отношений в системе «индивид-группа (команда)» необходимо определить … .
Варианты ответа:
– степени выраженности ролевого конфликта в деятельности команды

– **личностные характеристики, влияющие на организационное и групповое поведение индивида**
– уровень развития группы как команды
– отношение к работе, продуктивность

ЗАДАНИЕ 27. На какой из нижеперечисленных фаз тренинга формирование конструктивных стратегий взаимодействия происходит наиболее оптимально:
Варианты ответа:
– фаза неуверенности и зависимости (фаза ориентации)
– фазы борьбы, бунта, напряжения и агрессии
– фаза выработки групповых норм, развития и сотрудничества
– **рабочая фаза. Основные изменения личности и поведения участников. Достигаются цели активного социально-психологического обучения**

ЗАДАНИЕ 28. Выберите правильные варианты ответа: Ролевая структура команды строится на основании … .
Варианты ответа:
– **теории лидерства Б. Спока**
– типологии личности Майерс-Бриггс
– экспериментов И. П. Павлова
– теории поля Ф. Зимбардо

ЗАДАНИЕ 29. Выберите правильный вариант ответа: В самом общем виде ролевую стратегию руководителя можно охарактеризовать как… .
Варианты ответа:
– **родительскую или партнерскую**
– конфликтную
– экспериментальную
– компромиссную

ЗАДАНИЕ 30. Выберите несуществующий стиль руководства командой:
Варианты ответа:
– авторитарный
– демократический
– **экспериментальный**
– либеральный

2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Вставьте пропущенный термин в соответствующем падеже (строчными буквами):
Основной технологией социально-психологической групповой работы является … .
Ответ: **тренинг**

ЗАДАНИЕ 2. Вставьте пропущенный термин в соответствующем падеже (строчными буквами):
Если сотрудник организации направлен на реализацию своих возможностей с целью стать полноценно функционирующей личностью; актуализировать, раскрыть себя, максимально проявить лучшие качества своей личности, заложенные от природы, то ему присуща тенденция (потребность) … .

Ответ: **самоактуализации**

ЗАДАНИЕ 3. Вставьте пропущенный термин в соответствующем падеже (строчными буквами):
Согласно Р.М. Белбину команды с неудачной комбинацией индивидуальных характеристик ее членов, когда в силу разных причин не удается подобрать наиболее подходящую командную роль для каждого человека, называются … .
Ответ: **неэффективные команды / неэффективными**

ЗАДАНИЕ 4. Вставьте пропущенный термин (словосочетание) в соответствующем падеже (строчными буквами):
Лидерство, обусловленное руководящим или служебным положением и управленческой должностью, – это … .
Ответ: **формальное лидерство**
ЗАДАНИЕ 5. Вставьте пропущенный термин (словосочетание) в соответствующем падеже (строчными буквами):
Признанный большинством, пользующийся истинным авторитетом, умеющий установить прочный контакт с людьми и оказывающий на них влияние, но не обладающий властными полномочиями без наличия официальных обязанностей руководителя – это … .
Ответ: **неформальный лидер**

3) открытые задания (мини-кейсы, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. К Вам обратился руководитель компании с просьбой провести психологическую подготовку сотрудников для участия в новом проекте, результаты которого должны быть представлены в самые кратчайшие сроки. Какие темы групповой развивающей работы Вы выберете в данной ситуации и почему?
Ответ: **для более эффективной слаженной работы лиц в новом проекте важна групповая сплоченность, а также навыки эффективного функционирования в ограниченной во времени (стрессовой) ситуации. Поэтому целесообразным будет провести групповую развивающую работу, направленную на повышение групповой сплоченности, а также содержащую элементы стресс-менеджмента.**

ЗАДАНИЕ 2. Вас пригласили в IT компанию для решения задачи. Генеральный директор набрал команду лучших специалистов для разработки нового программного обеспечения. На данном этапе работы ему необходимо из набранных сотрудников назначить руководителя отдела. Генеральный директор ставит перед Вами задачу: изучить способности всех сотрудников и выдвинуть рекомендацию о назначении руководителя. Что Вы сначала предпримите для решения данной задачи?
Ответ: **Первый этап решения данной задачи – диагностический. Для диагностики лидерских способностей сотрудников могут быть применены следующие методики:**

- **«Диагностика лидерских способностей» (Е. Жариков, Е. Крушельников)**
- **«Потенциал лидера»**
- **«Эффективность лидерства» (Р.С. Немов)**
- **«КОС» (В.В. Синявский и В.А. Федорошин)**

ЗАДАНИЕ 3. При реорганизации подразделений компании к успешно функционирующему в течение 6 лет отделу добавили отдел из сотрудников, работающих в компании относительно недавно. В результате, при выполнении рабочих задач всю инициативу в свои руки берут сотрудники «старого» отдела, новички же отсиживаются,

либо выполняют готовые поручения «старичков». Какие методики, направленные на диагностику и улучшение функционирования команды можно провести в данном случае?

Ответ**: В этой ситуации можно использовать ролевой подход и соответствующий ему опросник самовосприятия Р.М. Белбина, который разработан для оценки соответствия участников исполняемым им командным ролям. Наивысший балл по командной роли показывает, насколько хорошо респондент может исполнять эту роль в команде. Такая командная роль, которой индивид максимально соответствует, называется основной. Следующий результат после наивысшего обозначает поддерживающую роль, на которую должен переключиться индивид, если его основная командная роль по каким-либо причинам не нужна группе. Наконец, два самых низких балла по командной роли выявляют возможные недостатки. В этом случае менеджер может подыскать коллегу, обладающего достоинствами, которые компенсируют эти недостатки. Таким образом, определив эффективные командные роли для «новичков» можно, исходя из поставленной задачи, включать их в деятельность подразделения наряду с сотрудниками «старого» отдела. Тогда «новички» не будут обособлены от работы подразделения и смогут проявить себя в выполнении конкретных заданий.**

ЗАДАНИЕ 4. В фармакологическую компанию требуется опытный менеджер по продажам. «Мужчина то и дело мял руки и менял позу, волновался, но выглядел опрятно и сдержанно, мимика и движения были невыразительными. Мало рассказал о себе, периодически задумывался и замолкал. Замечание по этому поводу явно задело его. На прошлой работе проработал 15 лет, в успехах особо не выделялся, но был очень старательным, начал поиски новой вакансии из-за закрытия фирмы». Определите, насколько он подходит под данную должность и почему?

Ответ: **Мало подходит. Менеджер по продажам при общении с клиентами старается оставаться всегда дружелюбным, вежливым, тактичным. В общении с коллегами также внимателен, доброжелателен, общителен. Умеет делать комплименты, влиять на выбор клиента, мнение руководства, используя слабости людей, считая, что в достижении цели все средства хороши.**

ЗАДАНИЕ 5. Вы – руководитель отдела. Вашему отделу поручен важный проект. Он должен быть выполнен силами Ваших подчиненных. Перед началом проекта вам необходимо продумать баланс в команде, в частности в аспекте межличностныхразличий между ее членами. Какая модель командных ролей будет использована Вами в этой ситуации и почему?

Ответ: **Модель командных ролей Р.М. Белбина можно использовать, чтобы подумать о балансе в команде перед началом проекта; чтобы определить и, таким образом, управлять межличностными различиями членов существующей команды. Модель является «путеводителем» по развитию сильных сторон команды и преодолению слабых, а также сильных и слабых сторон каждого члена команды, выполняющего ту или иную роль.**

ЗАДАНИЕ 6. На одну из руководящих должностей компании необходимо подобрать кандидата. В его задачи будет входить работа с людьми, организация командной работы. Важно, чтобы он не был чрезмерно напористым, мог взять ответственность на себя. Важной характеристикой вступает наличие у него социального интереса, активной позиции. При опоре на концепцию А. Адлера о жизненных стилях, какому типу руководителя Вы отдали бы предпочтение и почему?

Ответ: **По А. Адлеру, жизненный стиль – это уникальный способ достижения своих целей, избираемый личностью. Это комплекс средств, позволяющих приспособиться к окружающей действительности. А. Адлер выделял четыре жизненных стиля людей: управляющий тип (самоуверенные и напористые люди); избегающий тип (стараются избежать проблем в жизни, бегут от их решения, перекладывают ответственность на других); берущий тип (паразитируют на других людях, без проявления социального интереса);социально полезный тип (зрелые люди с развитым социальным интересом и с высоким уровнем социальной активности). Наиболее отвечающим запросам организации является социально полезный тип. Он включает в себя все необходимые характеристики: ответственность, социальная активность и интерес.**

ЗАДАНИЕ 7. Вы руководитель проекта. В вашей группе возникли разногласия в отношении к ранее применимому способу решения подобных задач. Как выйти из данного диссонанса с опорой на теорию коммуникативных актов Т. Ньюкома?
Ответ: **различие отношений людей к чему-либо порождает неприязнь между людьми и, соответственно, необходимо организовать большее число коммуникационных актов между сотрудниками с целью достижения консонанса.**

ЗАДАНИЕ 8. Вы организуете групповую дискуссию для обсуждения рабочей задачи. Во время работы возникли трудности во взаимоотношениях между членами Вашей группы. Какие меры можно предпринять для нивелирования конфликтной ситуации и повышения эффективности работы группы?
Ответ: **Устранить недоразумения между участниками дискуссии, стараясь пресекать оценочные суждения, направленные на личные качества оппонента. Постараться создать доброжелательную, деловую атмосферу, установить положительный эмоциональный фон, проявив доброжелательное отношение ко всем участникам.**

ЗАДАНИЕ 9. Недавно назначенный менеджером по кадрам, еще плохо знающий сотрудников фирмы (сотрудники еще не знают его в лицо), идет на совещание к генеральному директору. Проходя мимо курительной комнаты, замечаете двух сотрудников, которые курят и о чем-то оживленно беседуют. Возник конфликт.
Ответ: **Причина конфликта в том, что подчинённый начал критиковать начальника, это неуважительно. Тем более неуместно критиковать того, что нанял тебя на работу. Подчинённый должен вежливо объяснить начальнику в чём он не прав, побеседовать, решить эту ситуацию и прийти к общему решению.**

ЗАДАНИЕ 10. Вы организуете групповую дискуссию для решения проблемы, возникшей в процессе выполнения рабочего задания. Как организатор дискуссии Вы замечаете, что некоторые члены группы отмалчиваются и практически не участвуют в обсуждении. Каковы будут Ваши действия?
Ответ: **Необходимо постараться добиться, чтобы в дискуссии принимали участие все члены группы. Для этого можно, например, установить порядок выступлений по кругу, если возникает затруднение с включением всех участников. Обратиться к молчащему участнику дискуссии с вопросом, просьбой помочь. Предложить задание, в котором необходимо участие каждого. Порекомендовать без боязни высказывать свои мнения, поскольку важно учесть мнение каждого.**

ЗАДАНИЕ 11. В красочном фильме с провокационным названием «Последний богатырь» создана команда из героев многих известных русских народных сказок и бы-

лин, использованы знакомые нам с детства атрибуты, символы и образы. Но! – в совершенно другом сущностном толковании и с совершенно другим знаком качества. Все смысловые акценты переставлены, образы переоценены. Известные персонажи русского фольклора наделены свойствами, противоположными тем, которые были в них в течение веков заложены самим создателем, рассказчиком и хранителем сказок и былин – русским народом. Зрителю предлагается идеалы добра, правды, милосердия, любви, мужественности, патриотизма заменить на противоположные им «ценности», вернее их антиподы – антиценности. В рамках какой теории это сделано?
Ответ: **архетипы К. Юнга**

ЗАДАНИЕ 12. При организации групповой дискуссии Вы выбираете метод мозгового штурма. Что Вы будете предпринимать на начальном этапе включения участников взаимодействия в его реализацию?
Ответ: **Главная функция мозгового штурма – обеспечение процесса генерирования идей без их критического анализа и обсуждения участниками. Поэтому участников важно познакомить с правилами реализации метода мозгового штурма: отсутствие всякой критики; поощрение предполагаемых идей; равноправие участников мозгового штурма; свобода ассоциаций и творческого воображения; творческая атмосфера на «игровой поляне» делового совещания; обязательная фиксация всех высказанных идей; время для инкубации (группе нужно дать время – час, день, неделю или месяц, чтобы обдумать идеи и затем рассмотреть альтернативные подходы или новые предложения к уже имеющемуся списку).**

ЗАДАНИЕ 13. Руководитель столкнулся с частыми ошибками в работе своих подчиненных. Проблема в основном связана с тем, что они вместе работают не очень давно и испытывают сложности обращаться друг к другу за помощью, испытывают неловкость в том, чтобы задавать друг другу вопросы и прояснять что- либо при выполнении совместных заданий. Какие темы групповой развивающей работы Вы выберете для проведения тренинга в данном подразделении и почему?
Ответ: **Для развития способности эффективно общаться в процессе выполнения заданий целесообразно провести тренинг эффективной коммуникации, а в целом для знакомства и развития слаженной работы служащих стоит включить в тренинговую программу элементы тренинга сплоченности, командообразования.**

ЗАДАНИЕ 14. К вам обратился руководитель трудового коллектива со следующей проблемой. При распределении рабочих задач из команды был выбран сотрудник, который ответственен за выполнение одного из заданий. Часть сотрудников выражает свое недовольство таким назначением и не хочет выполнять его распоряжения. Какие методы психодиагностики существующих проблем в данном коллективе Вы выберите и почему?
Ответ: **В данной группе возможно провести «Социометрию» для изучения социально-психологических позиций в группе и определения конфликтов, исходя из особенностей отношений между людьми, занимающими те или иные позиции. По результатам данного метода возможно порекомендовать благоприятное сочетание сотрудников для совместной эффективной работы. Посредством методики Т. Лири можно выявить рассогласование в представлениях партнеров взаимодействия относительно определенных социальных ролей, что в итоге провоцирует конфликтное взаимодействие (в этом случае необходима модификация инструкции к заполнению опросника посредством введе-**

ния ролей, с позиций которых происходит взаимодействие). С помощью использования техники репертуарной решетки Дж. Келли можно выявить причину внутреннего конфликта в коллективе, также, проведя исследование персонала, можно найти способы повышения продуктивности труда.

ЗАДАНИЕ 15. В команде новый лидер, понимающий, что он нравится далеко не всем. Есть ли смысл оставаться в роли лидера?
Ответ: **Нет смысла стараться всем нравиться. Нет идей, которые бы устраивали всех. Развитие лидерских качеств состоит в том, чтобы не бояться конструктивной критики и опасаться несправедливой похвалы – она тормозит прогресс. Следует научиться находить позитивные стороны событий.**

УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия

Период окончания формирования компетенции: 2 семестр

Перечень дисциплин (модулей), практик, участвующих в формировании компетенции:
- Дисциплины (модули) (блок Б.1):
  - ✓ Б1.О.02 Филологическое обеспечение профессиональной деятельности (1 семестр);
  - ✓ Б1.О.01 Профессиональное общение на иностранном языке (1, 2 семестры)
  - ✓ Б1.О.03 Научно-исследовательская и проектно-конструкторская документация

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:

1) тестовые задания (закрытого типа среднего уровня сложности):
ЗАДАНИЕ 1. Выберите правильный вариант ответа:
Для чего нужны ключевые слова научной статьи?
Варианты ответа:
- Получение детальной информации о статье
- **Успешный поиск статьи в базах научных статей**
- Цитирование статьи

ЗАДАНИЕ 2. Выберите правильный вариант ответа:
Какая часть курсовой / выпускной работы относится к числу факультативных?
Варианты ответа:
- Введение
- **Приложение**
- Заключение
- Библиография (Список литературы)

ЗАДАНИЕ 3. Выберите правильный вариант ответа:
Краткое изложение содержания статьи, монографии, учебного пособия, включающее указание на адресата текста, – это … .
Варианты ответа:
- **аннотация**
- реферат
- конспект
- рецензия

ЗАДАНИЕ 4. Выберите правильный вариант ответа:
Краткое изложение содержания одной или нескольких научных работ, книги по определенной теме, не сопровождаемое выделением ключевых слов и не предназначенное для последующего восстановления информации, с указанием мнения автора(ов), целей и задач исследования, использованных методов и материала, основных выводов, – это … .
Варианты ответа:
- аннотация
- **реферат**
- конспект
- рецензия

ЗАДАНИЕ 5. Выберите правильный вариант ответа:
Краткая запись содержания статьи, книги, лекции, не сопровождаемая выделением ключевых слов, предназначенная для последующего восстановления информации с различной степенью полноты, – это ... .
Варианты ответа:
- аннотация
- реферат
- **конспект**
- рецензия

ЗАДАНИЕ 6. Укажите ряд, в котором приведены тексты только официально-делового стиля:
Варианты ответа:
- акт приема-сдачи работ, научная статья, приказ, мемуары
- резюме, реферат, распоряжение, заявление
- гарантийное письмо, объяснительная записка, контракт, рассказ о себе
- **доверенность, служебная записка, договор, меморандум, устав**

ЗАДАНИЕ 7. Укажите два предложения с ошибками:
Варианты ответа:
- **Должность управляющего клуба является вакантной.**
- Запрещается небрежно обращаться с оборудованием и портить его.
- Был провозглашен приговор суда.

ЗАДАНИЕ 8. Укажите два предложения с ошибками:
Варианты ответа:
- Заседание комиссии назначено на март месяц.
- В нашей фирме нет подходящих вам вакансий.
- **Направляем Вам Акт сдачи-приемки работ согласно договора №22 от 01.01.2022.**

ЗАДАНИЕ 9. Укажите реквизиты, которые не являются обязательными для заявления:
Варианты ответа:
- Адресат
- Текст документа
- Подпись
- **Номер исходящего документа**

- Дата составления
- **Печать**
- Адресант
- Наименование типа документа

ЗАДАНИЕ 10. Укажите неверное утверждение:
Варианты ответа:
- Деловая переписка должна вестись в рамках действующего законодательства.
- **Деловое письмо может содержать исправления.**
- Деловое письмо должно подписываться должностным лицом

ЗАДАНИЕ 11. Укажите неверное утверждение:
Варианты ответа:
- Деловое письмо должно кратко и логически последовательно излагать существо дела
- Рекламационное письмо содержит претензию
- **В рекламационном письме содержится информация рекламного характера**

ЗАДАНИЕ 12. Укажите ряд слов, в котором правильно указан ударный слог каждого слова:
Варианты ответа:
- ходАтайствовать, средствА, валовОй, газопрОвод
- включИт; грАжданство, дОговор, зАйм
- квАртал, каталОг, обеспечЕние, Оптовый
- **прогУл, увЕдомить, экспЕртный, звонИт**

ЗАДАНИЕ 13. Укажите неверные определения значения слов:
Варианты ответа:
- **Суверенитет – зависимость одного государства от других государств в области политики**
- Саммит – встреча, переговоры глав государств
- Вакансия – незанятая должность, место
- **Губернатор – начальник какого-либо города**
- Делегат – выборный или назначенный представитель кого-либо

ЗАДАНИЕ 14. Выберите правильный вариант ответа:
Построение аргументации, при котором излагаются либо только аргументы «за», либо только аргументы «против» – это … .
Варианты ответа:
- двусторонняя аргументация,
- дедуктивная аргументация,
- **односторонняя аргументация**.

ЗАДАНИЕ 15. Выберите правильный вариант ответа:
Фраза, которая соответствуют принципам бесконфликтного общения, – это … .
- Почему Вы на меня кричите?
- Что Вы себе позволяете!
- **Вас расстроило, что я не сделал это задание в срок?**

ЗАДАНИЕ 16. Что из перечисленного ниже НЕ является условием эффективного общения?

Варианты ответа:
- Настроенность на тему общения
- Знание фактического материала обсуждаемой темы
- **Установка на конфликт**
- Знание норм речевого этикета и правил речевого общения

ЗАДАНИЕ 17. Выберите правильные варианты ответа:
Основные принципы бесконфликтного общения – это … .
Варианты ответа:
- **принцип благоприятной самоподачи**
- принцип коммуникативного доминирования
- **принцип уважения к собеседнику**

ЗАДАНИЕ 18. Выберите правильный вариант ответа:
Построение последовательности аргументов, при котором их сила уменьшается от начала к концу аргументации, – это … .
Варианты ответа:
- дедуктивная аргументация
- несостоятельная аргументация
- **нисходящая аргументация**

ЗАДАНИЕ 19. Выберите правильный вариант ответа:
Способ речевого воздействия, наиболее актуальный для ситуации академического общения, – это … .
Варианты ответа:
- **доказывание**
- уговаривание
- принуждение
- внушение
- приказ

ЗАДАНИЕ 20. Выберите правильный вариант ответа:
Соперничество как стратегия разрешения конфликта – это … .
Варианты ответа:
- решение, не удовлетворяющее интересы ни одной из сторон
- **явное отсутствие у вовлеченного в конфликтную ситуацию лица желания сотрудничать с кем-либо и приложить активные усилия для осуществления собственных интересов**
- склонность смягчить, сгладить конфликтную ситуацию, сохранить или восстановить гармонию во взаимоотношениях посредством уступчивости, доверия, готовности к примирению

ЗАДАНИЕ 21. Укажите правильные варианты неконструктивной критики:
Варианты ответа:
- **Сколько можно повторять – отчет надо сдавать в двух экземплярах!**
- В основном все правильно, но несколько ошибок придется устранить.
- **Вы никогда меня не слушаете – все по-своему делаете!**
- **Хоть раз можно было сделать так, как нужно?**
- С вашим старанием в следующий раз Вы добьетесь отличного результата.

ЗАДАНИЕ 22. Выберите правильные варианты ответа:

Ситуации, при которых нужно провести совещание:
Варианты ответа:
- **требуется, чтобы команда участвовала в принятии решения или обсуждении проблемы**
- требуется обсудить личный вопрос;
- **необходимо поделиться информацией или поставить всех в известность о конкретной ситуации.**

ЗАДАНИЕ 23. Выберите правильный вариант ответа:
Построение аргументации по принципу от общего к частному, от общего вывода – к изложению отдельных фактов – это … .
Варианты ответа:
- **дедуктивная аргументация**
- индуктивная аргументация
- односторонняя аргументация

БЛОК 1

ЗАДАНИЕ 1. Choose the correct alternative to complete your answers in the job interview. (Выберите правильный вариант из предложенных для ответа на собеседовании при приеме на работу.)
I … to start looking for a new job.
- have just decided
- decide
- will decide

ЗАДАНИЕ 2. Choose the correct alternative to complete your answers in the job interview. (Выберите правильный вариант из предложенных для ответа на собеседовании при приеме на работу.)
I think I … all necessary skills and experience.
- had
- had got
- have

ЗАДАНИЕ 3. Choose the correct alternative to complete your answers in the job interview. (Выберите правильный вариант из предложенных для ответа на собеседовании при приеме на работу.)
Well, I … the qualifications you are looking for.
- have got
- had got
- will have

ЗАДАНИЕ 4. Choose the correct alternative to complete your answers in the job interview. (Выберите правильный вариант из предложенных для ответа на собеседовании при приеме на работу.)
I don't … working late or at weekends.
- mind
- think
- need

ЗАДАНИЕ 5. Choose the correct alternative to complete your answers in the job interview.

(Выберите правильный вариант из предложенных для ответа на собеседовании при приеме на работу.)
I am also good … coming up with new ideas and suggesting alternative solutions.

- in
- at
- on

ЗАДАНИЕ 6. Choose the correct alternative to complete your answers in the job interview.
(Выберите правильный вариант из предложенных для ответа на собеседовании при приеме на работу.)
In my free time I prefer reading books and listening … music.

- at
- to
- for

ЗАДАНИЕ 7. Choose the correct alternative to complete your answers in the job interview.
(Выберите правильный вариант из предложенных для ответа на собеседовании при приеме на работу.)
I … speak several foreign languages.

- may
- might
- can

ЗАДАНИЕ 8. Choose the correct alternative to complete your answers in the job interview.
(Выберите правильный вариант из предложенных для ответа на собеседовании при приеме на работу.)
Salary is important for me … it is not the main point.

- but
- so
- as

ЗАДАНИЕ 9. Choose the correct alternative to complete your answers in the job interview.
(Выберите правильный вариант из предложенных для ответа на собеседовании при приеме на работу.)
Although I am not a programmer I have … computer skills.

- irrelevant
- necessary
- insignificant

ЗАДАНИЕ 10. Choose the correct alternative to complete your answers in the job interview.
(Выберите правильный вариант из предложенных для ответа на собеседовании при приеме на работу.)
I am quite … and can easily work in a team.

- sociable
- boring
- reserved

БЛОК 2

ЗАДАНИЕ 11. Your friend is preparing a conference poster. Give him or her advice choosing the right answer.

(Ваш друг готовит постерную презентацию на конференцию. Дайте ему совет, выбрав правильный ответ из предложенных вариантов.)
Give your poster a title which … the main idea.

- writes
- summarizes
- rejects

ЗАДАНИЕ 12. Your friend is preparing a conference poster. Give him or her advice choosing the right answer.
(Ваш друг готовит постерную презентацию на конференцию. Дайте ему совет, выбрав правильный ответ из предложенных вариантов.)
The key … of your poster should be understandable without any extra explanation.

- points
- documents
- books

ЗАДАНИЕ 13. Your friend is preparing a conference poster. Give him or her advice choosing the right answer.
(Ваш друг готовит постерную презентацию на конференцию. Дайте ему совет, выбрав правильный ответ из предложенных вариантов.)
Do not forget to … your name and contact information.

- include
- exclude
- draw

ЗАДАНИЕ 14. Your friend is preparing a conference poster. Give him or her advice choosing the right answer.
(Ваш друг готовит постерную презентацию на конференцию. Дайте ему совет, выбрав правильный ответ из предложенных вариантов.)
Use charts and … as much as possible to make your poster attractive.

- papers
- diagrams
- documents

ЗАДАНИЕ 15. Your friend is preparing a conference poster. Give him or her advice choosing the right answer.
(Ваш друг готовит постерную презентацию на конференцию. Дайте ему совет, выбрав правильный ответ из предложенных вариантов.)
Leave plenty of white space around each section to make them stand out … vividly.

- more
- less
- most

ЗАДАНИЕ 16. Your friend is preparing a conference poster. Give him or her advice choosing the right answer.
(Ваш друг готовит постерную презентацию на конференцию. Дайте ему совет, выбрав правильный ответ из предложенных вариантов.)
Use … colours for different kinds of information in the poster.

- different
- similar
- neutral

БЛОК 3
ЗАДАНИЕ 17. Match a sentence from a presentation with the correct category.

(Укажите категорию, к которой относится предложение.)
I’m now nearing the end of my talk…

- Summarizing the main points
- Recommending or suggesting something
- Signaling the end of the presentation
- Inviting questions

ЗАДАНИЕ 18.
Match a sentence from a presentation with the correct category.
(Укажите категорию, к которой относится предложение.)
We just have time for a few questions.

- Summarizing the main points
- Recommending or suggesting something
- Signaling the end of the presentation
- Inviting questions

ЗАДАНИЕ 19.
Match a sentence from a presentation with the correct category.
(Укажите категорию, к которой относится предложение.)
Just to summarize the main points of my talk…

- Summarizing the main points
- Recommending or suggesting something
- Signaling the end of the presentation
- Inviting questions

ЗАДАНИЕ 20.
Match a sentence from a presentation with the correct category.
(Укажите категорию, к которой относится предложение.)
Now I’ll be happy to answer any questions you may have.

- Summarizing the main points
- Recommending or suggesting something
- Signaling the end of the presentation
- Inviting questions

ЗАДАНИЕ 21.
Match a sentence from a presentation with the correct category.
(Укажите категорию, к которой относится предложение.)
What I’d like to suggest is…

- Summarizing the main points
- Recommending or suggesting something
- Signaling the end of the presentation
- Inviting questions

ЗАДАНИЕ 22.
Match a sentence from a presentation with the correct category.
(Укажите категорию, к которой относится предложение.)
We’d therefore recommend that we….

- Summarizing the main points
- Recommending or suggesting something
- Signaling the end of the presentation
- Inviting questions

ЗАДАНИЕ 23. Match a sentence from a presentation with the correct category. (Укажите категорию, к которой относится предложение.)
Thank you all for listening.

- Summarizing the main points
- Recommending or suggesting something
- Signaling the end of the presentation
- Inviting questions

ЗАДАНИЕ 24. Match a sentence from a presentation with the correct category. (Укажите категорию, к которой относится предложение.)
OK, I think that's everything I wanted to say…

- Summarizing the main points
- Recommending or suggesting something
- Signaling the end of the presentation
- Inviting questions

ЗАДАНИЕ 25. Match a sentence from a presentation with the correct category. (Укажите категорию, к которой относится предложение.)
Before I stop, let me go through my main points again.

- Summarizing the main points
- Recommending or suggesting something
- Signaling the end of the presentation
- Inviting questions

ЗАДАНИЕ 26. Match a sentence from a presentation with the correct category. (Укажите категорию, к которой относится предложение.)
I'd like to run through my points again…

- Summarizing the main points
- Recommending or suggesting something
- Signaling the end of the presentation
- Inviting questions

<u>БЛОК 4</u>
ЗАДАНИЕ 27. Match a sentence from a summary with the part of the summary it belongs to. (Укажите часть реферата научного текста, к которой относится предложение.)
The text under consideration deals with the problem of deforestation in Amazonia.

- the beginning of the summary
- the main part of the summary
- the end of the summary

ЗАДАНИЕ 28. Match a sentence from a summary with the part of the summary it belongs to. (Укажите часть реферата научного текста, к которой относится предложение.)
The purpose of the text is to give the reader some information on how food chains work.

- the beginning of the summary
- the main part of the summary
- the end of the summary

ЗАДАНИЕ 29. Match a sentence from a summary with the part of the summary it belongs to. (Укажите часть реферата научного текста, к которой относится предложение.)

It is concluded that the destruction of the Amazon forest may be an environmental suicide for mankind.

- the beginning of the summary
- the main part of the summary
- the end of the summary

ЗАДАНИЕ 30. Match a sentence from a summary with the part of the summary it belongs to. (Укажите часть реферата научного текста, к которой относится предложение.)
Then the author gives a brief description of a simple food chain.

- the beginning of the summary
- the main part of the summary
- the end of the summary

ЗАДАНИЕ 31. Match a sentence from a summary with the part of the summary it belongs to. (Укажите часть реферата научного текста, к которой относится предложение.)
After that the author goes on to plane and space algebraic curves considered in algebraic geometry.

- the beginning of the summary
- the main part of the summary
- the end of the summary

ЗАДАНИЕ 32. Match a sentence from a summary with the part of the summary it belongs to. (Укажите часть реферата научного текста, к которой относится предложение.)
In conclusion, the author explains how primitive living organisms changed the atmosphere.

- the beginning of the summary
- the main part of the summary
- the end of the summary

ЗАДАНИЕ 33. Match a sentence from a summary with the part of the summary it belongs to. (Укажите часть реферата научного текста, к которой относится предложение.)
The title of the text under consideration is “The atmosphere and its development”.

- the beginning of the summary
- the main part of the summary
- the end of the summary

ЗАДАНИЕ 34. Match a sentence from a summary with the part of the summary it belongs to. (Укажите часть реферата научного текста, к которой относится предложение.)
According to the text, the atmosphere is a thin layer having little resistance to the artificial objects orbiting at 200 kilometers altitude.

- the beginning of the summary
- the main part of the summary
- the end of the summary

ЗАДАНИЕ 35. Match a sentence from a summary with the part of the summary it belongs to. (Укажите часть реферата научного текста, к которой относится предложение.)
In addition, fibre-optic cable has been installed on a large scale, enabling vast amounts of data to be transmitted at a very high speed using light signals.

- the beginning of the summary
- the main part of the summary
- the end of the summary

ЗАДАНИЕ 36. Match a sentence from a summary with the part of the summary it belongs to. (Укажите часть реферата научного текста, к которой относится предложение.)
To sum up, it is stated that networks should also improve our work environments and technical abilities.

- the beginning of the summary
- the main part of the summary
- the end of the summary

ЗАДАНИЕ 37. Match a sentence from a summary with the part of the summary it belongs to. (Укажите часть реферата научного текста, к которой относится предложение.)
The text ends with the fact that organisms at the first food chain level are called primary producers.

- the beginning of the summary
- the main part of the summary
- the end of the summary

ЗАДАНИЕ 38. Match a sentence from a summary with the part of the summary it belongs to. (Укажите часть реферата научного текста, к которой относится предложение.)
The text under consideration is devoted to computer networks, their creation and development.

- the beginning of the summary
- the main part of the summary
- the end of the summary

ЗАДАНИЕ 39. Match a sentence from a summary with the part of the summary it belongs to. (Укажите часть реферата научного текста, к которой относится предложение.)
It is also mentioned that more than 98 percent of natural crude rubber is a hydrocarbon polymer.

- the beginning of the summary
- the main part of the summary
- the end of the summary

ЗАДАНИЕ 40. Match a sentence from a summary with the part of the summary it belongs to. (Укажите часть реферата научного текста, к которой относится предложение.)
The author describes some negative consequences that are likely to happen on a global scale.

- the beginning of the summary
- the main part of the summary
- the end of the summary

2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Часть магистерской диссертации, в которой суммируются результаты научной работы называется … .
(ответ напишите строчными буквами в именительном падеже)
Ответ: **заключение**

ЗАДАНИЕ 2. Укажите порядок частей магистерской диссертации.
(ответ запишите в виде последовательности цифр без пробелов, без запятых).
1. Основная часть (главы диссертации)
2. Заключение
3. Библиография / список использованной литературы

4. Введение
5. Приложение
Ответ: **41235**

ЗАДАНИЕ 3. Вставьте пропущенное слово:
Документ – это зафиксированная на материальном носителе …, позволяющая ее идентифицировать.
Ответ: **информация**

ЗАДАНИЕ 4. Вставьте пропущенное слово:
Критика – это предполагающий объективность разбор достоинств и … чего-либо или кого-либо.
Ответ: **недостатков**

ЗАДАНИЕ 5. Вставьте пропущенное слово:
Вербальное воздействие осуществляется при помощи … .
Ответ: **слов / речи**

ЗАДАНИЕ 6. Вставьте пропущенное слово.
Сотрудник, выполняющий распоряжения руководителя, действующий в рамках своих должностных обязанностей, – это ... .
(ответ запишите одним словом в форме именительного падежа единственного числа).
Ответ: **подчиненный**

ЗАДАНИЕ 7. Вставьте пропущенное слово:
Одно из двух возможных решений, необходимость выбора между взаимоисключающими возможностями, каждая из противостоящих идей, концепций, гипотез – это ... .
Ответ: **альтернатива**

ЗАДАНИЕ 8. Вставьте пропущенное слово:
Коммуникативный закон, утверждающий, что собеседник в процессе коммуникации имитирует стиль общения своего собеседника, называется законом … развития общения.
Ответ: **зеркального**

ЗАДАНИЕ 9. Вставьте пропущенное слово:
Вид психологического или речевого воздействия, при котором осуществляется скрытое давление, приводящее к появлению у собеседника намерений, не совпадающих с его актуально существующими намерениями, – это … .
Ответ: **манипуляция /манипулирование**

ЗАДАНИЕ 10. Запишите последовательность цифр (без пробелов и запятых), отражающих структуру делового телефонного общения.
1. Приветствие и представление сторон
2. Выяснение цели звонка и возможности разговора
3. Подведение итогов общения
4. Установление контакта
5. Обмен информацией
6. Прощание
Ответ: **412536**

ЗАДАНИЕ 11. Вставьте пропущенное слово:
Централизация власти в руках руководителя, подавление инициативы подчиненных, жесткий контроль за их деятельностью, запрет критики действий руководителя характерен для … стиля руководства.
Ответ: **авторитарного**

ЗАДАНИЕ 12. Вставьте пропущенное слово:
При помощи несловесных средств, дополняющих и сопровождающих речь говорящего, оказывается … воздействие.
Ответ: **невербальное**

ЗАДАНИЕ 13. Вставьте пропущенное слово:
В деловом общении единственной формой физического контакта при приветствии и прощании является … .
Ответ: **рукопожатие**

ЗАДАНИЕ 14. Вставьте пропущенное слово:
По правилам этикета первым подает руку для рукопожатия … по возрасту, статусу.
Ответ: **старший**

ЗАДАНИЕ 15. Вставьте пропущенное слово:
При … слушании используются такие приемы, как перефразирование, резюмирование, выяснение.
Ответ: **активном**

<u>БЛОК1</u>

ЗАДАНИЕ 1. Write the following words in the correct order to make a question you may be asked while being interviewed. The first word of the question begins with the capital letter. Mind the spelling and do not forget to put a question mark.
(Напишите следующие слова в правильном порядке, чтобы составить вопрос, который вам могут задать во время собеседования. Первое слово вопроса начинается с заглавной буквы. Следите за правописанием и не забудьте поставить вопросительный знак.)
did develop at What university skills you ?

ЗАДАНИЕ 2. Write the following words in the correct order to make a question you may be asked while being interviewed. The first word of the question begins with the capital letter. Mind the spelling and do not forget to put a question mark.
(Напишите следующие слова в правильном порядке, чтобы составить вопрос, который вам могут задать во время собеседования. Первое слово вопроса начинается с заглавной буквы. Следите за правописанием и не забудьте поставить вопросительный знак.)
this Why want job do you ?

ЗАДАНИЕ 3. Write the following words in the correct order to make a question you may be asked while being interviewed. The first word of the question begins with the capital letter. Mind the spelling and do not forget to put a question mark.
(Напишите следующие слова в правильном порядке, чтобы составить вопрос, который вам могут задать во время собеседования. Первое слово вопроса начинается с заглавной буквы. Следите за правописанием и не забудьте поставить вопросительный знак.)

achievement your What is biggest ?

ЗАДАНИЕ 4. Write the following words in the correct order to make a question you may be asked while being interviewed. The first word of the question begins with the capital letter. Mind the spelling and do not forget to put a question mark.
(Напишите следующие слова в правильном порядке, чтобы составить вопрос, который вам могут задать во время собеседования. Первое слово вопроса начинается с заглавной буквы. Следите за правописанием и не забудьте поставить вопросительный знак.)
company What about do you know our ?

ЗАДАНИЕ 5. Write the following words in the correct order to make a question you may be asked while being interviewed. The first word of the question begins with the capital letter. Mind the spelling and do not forget to put a question mark.
(Напишите следующие слова в правильном порядке, чтобы составить вопрос, который вам могут задать во время собеседования. Первое слово вопроса начинается с заглавной буквы. Следите за правописанием и не забудьте поставить вопросительный знак.)
a **How you do in work team ?**

ЗАДАНИЕ 6. Write the following words in the correct order to make a question you may be asked while being interviewed. The first word of the question begins with the capital letter. Mind the spelling and do not forget to put a question mark.
(Напишите следующие слова в правильном порядке, чтобы составить вопрос, который вам могут задать во время собеседования. Первое слово вопроса начинается с заглавной буквы. Следите за правописанием и не забудьте поставить вопросительный знак.)
any work Do have you experience ?

ЗАДАНИЕ 7. Write the following words in the correct order to make a question you may be asked while being interviewed. The first word of the question begins with the capital letter. Mind the spelling and do not forget to put a question mark.
(Напишите следующие слова в правильном порядке, чтобы составить вопрос, который вам могут задать во время собеседования. Первое слово вопроса начинается с заглавной буквы. Следите за правописанием и не забудьте поставить вопросительный знак.)
website What of our do you think ?

ЗАДАНИЕ 8. Write the following words in the correct order to make a question you may be asked while being interviewed. The first word of the question begins with the capital letter. Mind the spelling and do not forget to put a question mark.
(Напишите следующие слова в правильном порядке, чтобы составить вопрос, который вам могут задать во время собеседования. Первое слово вопроса начинается с заглавной буквы. Следите за правописанием и не забудьте поставить вопросительный знак.)
How approach do usually new you projects ?

<u>БЛОК2</u>

ЗАДАНИЕ 9. Write the following words in the correct order to ask a conference presenter a question. The first word of the question begins with the capital letter. Mind the spelling and do not forget to put a question mark.

(Напишите следующие слова в правильном порядке, чтобы задать вопрос выступающему на конференции. Первое слово вопроса начинается с заглавной буквы. Следите за правописанием и не забудьте поставить вопросительный знак.)
been How you doing long this have research ?

ЗАДАНИЕ 10. Write the following words in the correct order to ask a conference presenter a question. The first word of the question begins with the capital letter. Mind the spelling and do not forget to put a question mark.
(Напишите следующие слова в правильном порядке, чтобы задать вопрос выступающему на конференции. Первое слово вопроса начинается с заглавной буквы. Следите за правописанием и не забудьте поставить вопросительный знак.)
doing this When research you did start ?

ЗАДАНИЕ 11. Write the following words in the correct order to ask a conference presenter a question. The first word of the question begins with the capital letter. Mind the spelling and do not forget to put a question mark.
(Напишите следующие слова в правильном порядке, чтобы задать вопрос выступающему на конференции. Первое слово вопроса начинается с заглавной буквы. Следите за правописанием и не забудьте поставить вопросительный знак.)
your Where can applied the research of results be ?

ЗАДАНИЕ 12. Write the following words in the correct order to ask a conference presenter a question. The first word of the question begins with the capital letter. Mind the spelling and do not forget to put a question mark.
(Напишите следующие слова в правильном порядке, чтобы задать вопрос выступающему на конференции. Первое слово вопроса начинается с заглавной буквы. Следите за правописанием и не забудьте поставить вопросительный знак.)
have What on this publications theme do you ?

ЗАДАНИЕ 13. Write the following words in the correct order to ask a conference presenter a question. The first word of the question begins with the capital letter. Mind the spelling and do not forget to put a question mark.
(Напишите следующие слова в правильном порядке, чтобы задать вопрос выступающему на конференции. Первое слово вопроса начинается с заглавной буквы. Следите за правописанием и не забудьте поставить вопросительный знак.)
Are presented e-library in your the publications ?

ЗАДАНИЕ 14. Write the following words in the correct order to ask a conference presenter a question. The first word of the question begins with the capital letter. Mind the spelling and do not forget to put a question mark.
(Напишите следующие слова в правильном порядке, чтобы задать вопрос выступающему на конференции. Первое слово вопроса начинается с заглавной буквы. Следите за правописанием и не забудьте поставить вопросительный знак.)
recommend to Whose in this works would field you read ?

ЗАДАНИЕ 15. Write the following words in the correct order to ask a conference presenter a question. The first word of the question begins with the capital letter. Mind the spelling and do not forget to put a question mark.
(Напишите следующие слова в правильном порядке, чтобы задать вопрос выступающему на конференции. Первое слово вопроса начинается с заглавной буквы. Следите за правописанием и не забудьте поставить вопросительный знак.)
difficult in What most your is the research ?

ЗАДАНИЕ 16. Write the following words in the correct order to ask a conference presenter a question. The first word of the question begins with the capital letter. Mind the spelling and do not forget to put a question mark.
(Напишите следующие слова в правильном порядке, чтобы задать вопрос выступающему на конференции. Первое слово вопроса начинается с заглавной буквы. Следите за правописанием и не забудьте поставить вопросительный знак.)
did use in your methods you research Which ?

БЛОК 3

ЗАДАНИЕ 17.Read a part of the conversation between two colleagues and put the verbs in brackets into the correct tense. Mind the correct spelling, use low case letters and do not use short forms! (Прочитайте часть разговора двух коллег и поставьте глаголы в скобках в правильном времени. Следите за правописанием, используйте строчные буквы и не используйте краткие формы!)
‘What are you doing now?’
‘I … (prepare) a report for the next meeting.’

ЗАДАНИЕ 18.Read a part of the conversation between two colleagues and put the verbs in brackets into the correct tense. Mind the correct spelling, use low case letters and do not use short forms! (Прочитайте часть разговора двух коллег и поставьте глаголы в скобках в правильном времени. Следите за правописанием, используйте строчные буквы и не используйте краткие формы!)
‘Why is Mary upset?’
‘Unfortunately, she … (lose) her keys.’

ЗАДАНИЕ 19.Read a part of the conversation between two colleagues and put the verbs in brackets into the correct tense. Mind the correct spelling, use low case letters and do not use short forms! (Прочитайте часть разговора двух коллег и поставьте глаголы в скобках в правильном времени. Следите за правописанием, используйте строчные буквы и не используйте краткие формы!)
‘Do you know that man?’
‘Oh, yes. It is Mark. He …. (work) in our office, but he has got a new job now.’

ЗАДАНИЕ 20.Read a part of the conversation between two colleagues and put the verbs in brackets into the correct tense. Mind the correct spelling, use low case letters and do not use short forms! (Прочитайте часть разговора двух коллег и поставьте глаголы в скобках в правильном времени. Следите за правописанием, используйте строчные буквы и не используйте краткие формы!)
‘Did you enjoy your flight?’
‘Yes, but I was nervous because I …. (not fly) before.’

ЗАДАНИЕ 21.Read a part of the conversation between two colleagues and put the verbs in brackets into the correct tense. Mind the correct spelling, use low case letters and do not use short forms! (Прочитайте часть разговора двух коллег и поставьте глаголы в скобках в правильном времени. Следите за правописанием, используйте строчные буквы и не используйте краткие формы!)
‘Mary is very good at her job, isn’t she?’
‘Yes. She ….. (do) the same job for ten years.’

ЗАДАНИЕ 22.Read a part of the conversation between two colleagues and put the verbs in brackets into the correct tense. Mind the correct spelling, use low case letters and do not use short forms! (Прочитайте часть разговора двух коллег и поставьте глаголы в скобках в правильном времени. Следите за правописанием, используйте строчные буквы и не используйте краткие формы!)
‘How often does Tom go on a business trip?’
‘He … (travel) abroad once a month.’

ЗАДАНИЕ 23.Read a part of the conversation between two colleagues and put the verbs in brackets into the correct tense. Mind the correct spelling, use low case letters and do not use short forms! (Прочитайте часть разговора двух коллег и поставьте глаголы в скобках в правильном времени. Следите за правописанием, используйте строчные буквы и не используйте краткие формы!)
‘I ….. (do) something really silly yesterday.’
‘Really, what?’

ЗАДАНИЕ 24.Read a part of the conversation between two colleagues and put the verbs in brackets into the correct tense. Mind the correct spelling, use low case letters and do not use short forms! (Прочитайте часть разговора двух коллег и поставьте глаголы в скобках в правильном времени. Следите за правописанием, используйте строчные буквы и не используйте краткие формы!)
‘Where is Linda?’
‘She … (talk) on the phone when I saw her.’

ЗАДАНИЕ 25.Read a part of the conversation between two colleagues and put the verbs in brackets into the correct tense. Mind the correct spelling, use low case letters and do not use short forms! (Прочитайте часть разговора двух коллег и поставьте глаголы в скобках в правильном времени. Следите за правописанием, используйте строчные буквы и не используйте краткие формы!)
‘Excuse me, what time does the meeting start)?’
‘It …… (start) at 11 o’clock.’

ЗАДАНИЕ 26.Read a part of the conversation between two colleagues and put the verbs in brackets into the correct tense. Mind the correct spelling, use low case letters and do not use short forms! (Прочитайте часть разговора двух коллег и поставьте глаголы в скобках в правильном времени. Следите за правописанием, используйте строчные буквы и не используйте краткие формы!)
‘It’s too hot in here?’
‘You are right. I …… (open) a window.’

ЗАДАНИЕ 27.Read a part of the conversation between two colleagues and put the verbs in brackets into the correct tense. Mind the correct spelling, use low case letters and do not use short forms! (Прочитайте часть разговора двух коллег и поставьте глаголы в скобках в правильном времени. Следите за правописанием, используйте строчные буквы и не используйте краткие формы!)
‘Linda is very clever, isn’t she?’
‘Yes, I’ve heard that she …… (know) four foreign languages.’

ЗАДАНИЕ 28.Read a part of the conversation between two colleagues and put the verbs in brackets into the correct tense. Mind the correct spelling, use low case letters and do not use short forms! (Прочитайте часть разговора двух коллег и поставьте глаголы в

скобках в правильном времени. Следите за правописанием, используйте строчные буквы и не используйте краткие формы!)
‘As soon as Linda … (come) in, tell her to come to my office, please.’
‘Certainly, sir.’

ЗАДАНИЕ 29.Read a part of the conversation between two colleagues and put the verbs in brackets into the correct tense. Mind the correct spelling, use low case letters and do not use short forms! (Прочитайте часть разговора двух коллег и поставьте глаголы в скобках в правильном времени. Следите за правописанием, используйте строчные буквы и не используйте краткие формы!)
‘Tom often goes walking at the weekends.’
‘I know, but he ……. (not like) taking anyone with him.’

ЗАДАНИЕ 30.Read a part of the conversation between two colleagues and put the verbs in brackets into the correct tense. Mind the correct spelling, use low case letters and do not use short forms! (Прочитайте часть разговора двух коллег и поставьте глаголы в скобках в правильном времени. Следите за правописанием, используйте строчные буквы и не используйте краткие формы!)

‘Have you finished the report yet?’
‘Yes, I…… (give) it to you in a minute.’

3) открытые задания (мини-кейсы, средний уровень сложности):
ЗАДАНИЕ 1. С каким оппонентом вступать в спор бесперспективно (приведите пример)? Почему? Объясните ответ.
Пример ответа: **1. С невежественным человеком. Такой человек не обладает информацией и поэтому переубедить его невозможно.**
2. С возбужденным человеком. Такой человек не готов к обсуждению проблемы, он не может рационально воспринять аргументы.
ЗАДАНИЕ 2. Что считается «дурным тоном» в споре (приведите пример)? Кратко объясните ответ.
Пример ответа**: 1. Уход от темы спора оппонентом. Это не позволяет устранить причины спора.**
2. Переход на личности. Это приводит к оскорблению, отдаляет от решения.

<u>БЛОК1</u>

ЗАДАНИЕ 1. Read the text below and give it a title in English. Mind the spelling.
(Прочитайте текст и придумайте к нему заголовок на английском языке. Следите за правописанием.)
Medical research has found that happiness has a strongly beneficial effect on health. The healing properties of laughter are such that humour is now being used alongside more traditional courses of treatment in some hospitals. In a London children’s hospital, for example, two clowns are provided for the entertainment of patients. Doctors say that these clowns are successful in making the children feel better.
It seems that when we laugh, there can be a reduction in both blood pressure and the amount of tension in our muscles. Although it is impossible to prove it at the moment, this may also mean that people who feel unhappy and who are, therefore, unlikely to laugh so much, suffer more often from physical illness.

ЗАДАНИЕ 2. Read the text below and give it a title in English. Mind the spelling.
(Прочитайте текст и придумайте к нему заголовок на английском языке. Следите за правописанием.)

One of the most difficult decisions is choosing what to do for a living. For example, do you want to follow a definite career and earn a low salary at the beginning, but have good prospects in a company that trains its staff? Or are you more interested in taking any kind of work, because you need an income? You may have to face up to the fact that a good job can be difficult to find. In that case, why not take a temporary one? You will gain some useful experience. Remember that even if you have the right qualifications, you may have to fill in lots of application forms before you are asked to attend an interview.

БЛОК 2

ЗАДАНИЕ 3. Read the text below and write the main idea of the text in 1-2 sentences in English. Mind the spelling.
(Прочитайте текст и напишите главную идею текста в 1-2 предложениях на английском языке. Следите за правописанием.)

The Russian Academy of Sciences (RAS) is the highest scientific institution in Russia. The academy sees its major goals in initiating and performing scientific research into the problems of natural, technical, human and social sciences.

The Academy of Sciences was established by Peter the Great in 1724 as part of his push for reform to strengthen Russia. From its earliest days, the Academy carried out mathematical research, which added greatly to the development of calculus, hydrodynamics, mechanics, optics and astronomy. It also made discoveries in various fields, such as chemistry, physics and geology. The 19th century was a time of many more contributions from the Academy.

ЗАДАНИЕ 4. Read the text below and write the main idea of the text in 1-2 sentences in English. Mind the spelling.
(Прочитайте текст и напишите главную идею текста в 1-2 предложениях на английском языке. Следите за правописанием.)

Culture is a very difficult term to define. Everyone knows what it is, but explains it in different ways. For some people it means literature, music and art. Others define it as beliefs, ways of behaving and the ideas of a particular group. There are as many definitions of culture as there are different societies.

There is an idea of two types of culture: culture with a capital *C* and culture with a small *c*. Culture with a capital *C* refers to music, literature and the visual arts. It also includes facts and statistics about a national group or society. Culture with a small *c* refers to beliefs, values, traditions and the everyday life of a particular community.

But whatever the definition, one thing we can all agree on is that culture is about being unique and different.

ЗАДАНИЕ 5. Read the text below and write the main idea of the text in 1-2 sentences in English. Mind the spelling.
(Прочитайте текст и напишите главную идею текста в 1-2 предложениях на английском языке. Следите за правописанием.)

Ecotourism is a recent development in the tourist industry. It was created in its current form in the 1980s but became first well known when the United Nations declared the year 2002 to be the International Year of Ecotourism. Ecotourism is an environmentally responsible travel to natural areas in order to enjoy and appreciate nature that promote conservation. These areas have a low visitor impact and pro-

vide active socio-economic involvement of local people. Many ecotours employ native guides who can help visitors appreciate the natural and cultural significance of their experience. Ecotourism can also provide an economic development for local communities and can increase the level of education among travelers, making them more enthusiastic agents of conservation.

УК-5. Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия

Период окончания формирования компетенции: 3 семестр

Перечень дисциплин (модулей), практик, участвующих в формировании компетенции:

– Дисциплины (модули) (блок Б1):
- ✓ Б1.О.05 Разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия (3 семестр);

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Выберите правильный вариант ответа:
Кому принадлежат слова: «Жить в обществе и быть свободным от общества нельзя»?
Варианты ответа:
– К. Маркс
– Ф. Энгельс
– **В.И. Ленин**
– М. Вебер

ЗАДАНИЕ 2. Выберите правильный вариант ответа:
Глобализация – это … .
Варианты ответа:
– Процесс урегулирования всех конфликтов
– Процесс развития самобытности национальных культур
– Процесс взаимодействия культур
– **Всемирный процесс интеграции между государствами**

АДАНИЕ 3. Выберите правильный вариант ответа:
Что означает слово «культура» в переводе с греческого языка?
Варианты ответа:
– Правила поведения
– Народность
– **Возделывание почвы, земледелие**
– Искусство

ЗАДАНИЕ 4. Укажите основной тезис О. Шпенглера в его книге «Закат Европы»:
Варианты ответа:
– У каждой культуры есть детство
– История повторяется

– Культура родилась из культа. Истоки её сакральны
– **Европейская культура перешла из периода развития (Культура) в период увядания (Цивилизация)**

ЗАДАНИЕ 5. Выберите правильный вариант ответа:
Культурные нормы – это … .
Варианты ответа:
– множество закономерно связанных друг с другом элементов
– продукты человеческой деятельности
– **законы и стандарты социального бытия людей**
– этикет

ЗАДАНИЕ 6. Установите соответствие между несколькими основными подходами к определению культуры и их представителями:
– Этнографический
– Аксиологический
– Психоаналитический
– Идеалистический
Варианты для выбора:
– Э. Тайлор
– П.А. Сорокин
– З. Фрейд
– М. Хайдеггер
* варианты для выбора приведены в порядке вышеуказанных подходов.

ЗАДАНИЕ 7. Выберите правильный вариант ответа:
Кто из учёных отождествлял культуру и цивилизацию?
– **Э. Тайлор**
– Н. Бердяев
– Г. Маркузе
– О. Шпенглер

ЗАДАНИЕ 8. Выберите правильный вариант ответа: Культура группы людей, которой свойственны общность территории, экономической жизни, языка, особые черты психологического и духовного облика. Какая это культура?
Варианты ответа:
– элитарная
– родоплеменная
– массовая
– **национальная**

ЗАДАНИЕ 9. Выберите правильный вариант ответа: Какие ценности утверждает народная культура?
Варианты ответа:
– **традиционные**
– нетрадиционные
– обыденные
– государственные

ЗАДАНИЕ 10. Выберите правильный вариант ответа: Соотнесение человеком себя с определённым коллективом, ощущение себя его неотъемлемой частью – это … .
Варианты ответа:
– коллективизм
– соборность
– **культурная самоидентификация**
– интернационализм

ЗАДАНИЕ 11. Выберите правильный вариант ответа: Что не является источником стереотипных представлений о разных народах?
Варианты ответа:
– Язык
– Международные анекдоты
– Фольклор
– **Глобализация**

ЗАДАНИЕ 12. Выберите правильный вариант ответа: Современная культура этой страны, в том числе и бытовая, носит синтетический характер, она представляет собой симбиоз традиционных восточных и новых, заимствованных западных черт. Это страна называется … .
Варианты ответа:
– Германия
– Франция
– **Южная Корея**
– Северная Корея

ЗАДАНИЕ 13. Установите соответствие между понятиями и их определениями:
Варианты ответа:
– Мировоззрение
– Характер
– Привычка
– Стереотип
Варианты для выбора:
– Система взглядов, оценок и образных представлений о мире и месте в нём человека
– Структура стойких, сравнительно постоянных психических свойств, определяющих особенности отношений и поведения личности
– Автоматически воспроизводимое действие, сложившийся способ поведения, осуществление которого в определённой ситуации приобретает для индивида характер потребности
– Заранее сформированная человеком мыслительная оценка чего-либо, которая может выражаться в стереотипном поведении
* варианты для выбора приведены в порядке вышеуказанных понятий.

ЗАДАНИЕ 14. Выберите правильный вариант ответа: По мнению Л.И. Мечникова, история цивилизаций на ранних этапах развития прошла три фазы. Какие?
Варианты ответа:
– Детство, отрочество, юность
– Зарождение, расцвет, увядание
– Дикость, варварство, цивилизацию
– **Речную, морскую, океаническую**

ЗАДАНИЕ 15. Укажите самую Древнюю из перечисленных цивилизаций:
Варианты ответа:
– **Цивилизация Древней Месопотамии**
– Цивилизация Древнего Египта
– Цивилизация майя
– Цивилизация Ольмеков

ЗАДАНИЕ 16. Выберите правильный вариант ответа: Как называется ранняя форма религии, связанная с поклонением какому-либо животному или растению и с верой в происхождение от них?
Варианты ответа:
– Анимизм
– Фетишизм
– **Тотемизм**
– Буддизм

ЗАДАНИЕ 17. Установите соответствие между названиями священных книг и религий:
– Танах
– Библия
– Веды
– Коран
Варианты для выбора:
– Иудаизм
– Христианство
– Индуизм
– Мусульманство
* варианты для выбора приведены в порядке вышеуказанных книг.

ЗАДАНИЕ 18. Выберите правильный вариант ответа: Какой из богов относится к славянскому пантеону?
Варианты ответа:
– Зевс
– Амон Ра
– **Ярило**
– Брахма

ЗАДАНИЕ 19. Укажите государственный символ России:
Варианты ответа:
– Озеро Байкал
– Борщ
– Балалайка
– **Герб России**

ЗАДАНИЕ 20. Выберите правильный вариант ответа: Представители одного из направлений русской общественной мысли, выступавшие за принципиально отличный от западного путь развития России на основе самобытности – … .
Варианты ответа:
– гуманисты
– декабристы

– **славянофилы**
– народники

ЗАДАНИЕ 21. Выберите правильный вариант ответа: Что из перечисленного дала миру китайская цивилизация?
Варианты ответа:
– Внесение цифры 0 при математических расчётах.
– Карту звёздного неба
– **Бумагу**
– Архитектуру мечетей

ЗАДАНИЕ 22. Укажите одну из символических и наиболее динамичных форм духовной культуры, осваивающую мир посредством системы образов и опирающуюся на мир красоты:
Варианты ответа:
– **искусство**
– наука
– мораль
– религия

ЗАДАНИЕ 23. Какой из вариантов не относится к принципам диалогического отношения культур?
Варианты ответа:
– Принцип открытости
– Принцип процессуальности
– Принцип симметрии
– **Принцип домино**

ЗАДАНИЕ 24. Вы готовите подарок для делегации из Китая. Какой из вариантов необходимо исключить?
Варианты ответа:
– Русский шоколад
– Украшение из янтаря
– **Часы**
– Матрёшка

ЗАДАНИЕ 25. Соотнесите культуру и принятый в ней приветственный жест у мужчин:
– С уважаемым человеком, особенно если он старше, принято здороваться двумя руками
– Поклон
– Рукопожатие одной рукой, но только при первой встрече
–Рукопожатие одной рукой при каждой встрече
Варианты для выбора:
– Русская культура
– Татарская культура
– Английская культура
– Японская культура
* варианты для выбора приведены в порядке вышеуказанных жестов.

ЗАДАНИЕ 26. Соотнесите страну и характеристику корпоративной культуры:

– Умение работать и мыслить в нескольких контекстах и высокой степени неопределенности
– Детальный анализ ошибок и негативного опыта с целью избежать его повторения в будущем
– Открытое обсуждение намерений, планов и перспектив
– На первое место в работе ставятся серьёзность и профессионализм. Родственные и прочие связи не являются основанием для приёма на работу, а специалисты не имеют права выполнять действия, выходящие за пределы их компетенции
Варианты для выбора:
– Россия
– Япония
– США
– Германия
* варианты для выбора приведены в порядке вышеуказанных характеристик.

ЗАДАНИЕ 27. Эта цивилизация – одна из древнейших на Земле, её история насчитывает около 4000 лет. Она зародилась в среднем течении Жёлтой реки. Со временем там возникла государственность и своеобразная иероглифическая письменность. Отличительные черты — исключительно большое значение культа предков, представления о Небе как безличном верховном начале и о срединном положении своего государства в окружающем мире. О какой цивилизации идёт речь?
Варианты ответа:
– Японская цивилизация
– **Китайская цивилизация**
– Индийская цивилизация
– Египетская цивилизация

ЗАДАНИЕ 28. Представители какой культуры часто поступают именно так? Не переходят к следующему вопросу до тех пор, пока не закрыт текущий. Любят факты, примеры и письменные подтверждения. Ценят пунктуальность со стороны партнеров.
Варианты ответа:
– Итальянской
– Русской
– **Немецкой**
– Китайской

ЗАДАНИЕ 29. Соотнесите страны и их национальные «знаки»:
Варианты ответа:
– Кимоно, сакура, сумо, Фудзияма
– Рис, веер, бамбук, панда
– Рейн, сосиски, Рейхстаг, Бетховен
– Медведь, балалайка, самовар, Катюша
Варианты для выбора:
– Япония
– Китай
– Германия
– Россия

* варианты для выбора приведены в порядке вышеуказанных «знаков».

ЗАДАНИЕ 30. Кто автор книги «Столкновение цивилизаций», где есть выражение о том, что Запад – это единственная цивилизация, определяемая посредством стрелок компаса, а не по имени народа, религии или географической области?
Варианты ответа:
– Тойнби
– **Хантингтон**
– Мечников
– Шпенглер

2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Как называется процесс интеграции государств и народов в разных областях деятельности?
(ответ напишите строчными буквами в именительном падеже)
Ответ: **глобализация**

ЗАДАНИЕ 2. Глобальный процесс современности, некоторые виды которого отображены в списке, называется … .
1.Большие данные (Big Data)
2.Искусственный интеллект (AI)
3.Роботизация (RPA)
4.Чатботы
5. Интернет вещей
6.Машинное обучение
7. Виртуальная реальность
(ответ напишите строчными буквами в соответствующем (творительном) падеже)
Ответ: **цифровизация**

ЗАДАНИЕ 3. Укажите пропущенный параметр культурных измерений Г. Хофстеде:
1. Коллективизм и индивидуализм
2. Мужественность и женственность
3. Степень избегания неопределенности
4. Долгосрочная ориентация
5. Снисходительность
(ответ (словосочетание) напишите строчными буквами в именительном падеже)
Ответ: **дистанция власти**

ЗАДАНИЕ 4. Одна из трёх мировых религий, возникла в Западной Аравии (область Хиджаз) в начале VII в., основателем считается пророк Мухаммед. Это … .
(ответ напишите строчными буквами в именительном падеже)
Ответ: **ислам**

ЗАДАНИЕ 5. Как называется самое известное сочинение немецкого философа и историка Освальда Шпенглера, в котором он излагает свои взгляды на культуру?
(ответ (словосочетание) напишите строчными буквами в именительном падеже без кавычек)

Ответ: **Закат Европы**
ЗАДАНИЕ 6. Кто определял культуру как «всю сумму достижений и установлений, отличающих нашу жизнь от жизни наших предков из животного мира и служащих

двум целям: защите человека от природы и урегулированию отношений между людьми»?
(ответ (фамилию автора) напишите с прописной буквы в именительном падеже)
Ответ: **Фрейд**

ЗАДАНИЕ 7. Кто автор книги «Психология народов и масс»?
(ответ (фамилию автора) напишите с прописной буквы в именительном падеже)
Ответ: **Лебон**

ЗАДАНИЕ 8. Укажите пропущенное словосочетание (строчными буквами в именительном падеже):
Для обозначения состояния дискомфорта, которое сопровождает вхождение человека в иную культуру, К. Оберг, прибегнув к медицинской терминологии, ввёл понятие … .
Ответ: **культурный шок**

ЗАДАНИЕ 9. Кто из европейских учёных считал, что цивилизация – это период распада органичности и целостности культуры, предвещающий её скорую гибель.
(ответ (фамилию ученого) напишите с прописной буквы в именительном падеже)
Ответ: **Шпенглер**

ЗАДАНИЕ 10. Укажите пропущенное слово (строчными буквами в именительном падеже):
К двум основным видам барьеров на пути межкультурной коммуникации относятся культурный и … барьеры.
Ответ: **языковой**

ЗАДАНИЕ 11. Фантастическое повествование, основанное на религиозных верованиях, в которых рассказывается о богах, сотворении мира, «начале всех вещей». Что это?
(ответ напишите строчными буквами в именительном падеже единственного числа)
Ответ: **миф**

ЗАДАНИЕ 12. Какая идентичность является осознанием гражданином страны своей государственной принадлежности?
(ответ напишите строчными буквами в именительном падеже)
Ответ: **гражданская**

ЗАДАНИЕ 13. Определите по чертам менталитета людей, о какой стране идёт речь?
1. Неравномерное проявление своих чувств, что выражается в необычной страстности, темпераментности и резких колебаниях национальной энергии.
2. Стремление к духовным ценностям, а не к материальному благополучию. Бесконечные поиски добра, справедливости, правды.
3. Любовь к свободе, прежде всего, свободе духа. История много раз подтверждала, что этот народ – один из самых непокорных народов в мире.
4. Коллективизм, готовность к самопожертвованию, упорство в перенесении жизненных тягот и невзгод, умение понимать представителей других народов, взаимодействовать с ними.

(ответ (название страны) напишите с прописной буквы в именительном падеже)
Ответ: **Россия**

ЗАДАНИЕ 14. Кто автор книги «Великие исторические реки»?

(ответ (фамилию автора) напишите с прописной буквы в именительном падеже)
Ответ: **Мечников**

ЗАДАНИЕ 15. Бог-громовержец в славянской мифологии?
(ответ (имя) напишите с прописной буквы в именительном падеже)
Ответ: **Перун**

ЗАДАНИЕ 16. Кто является автором «Баллады о Западе и Востоке»?
(ответ (фамилию автора) напишите с прописной буквы в именительном падеже)
Ответ: **Киплинг**

ЗАДАНИЕ 17. Укажите пропущенное слово (топоним) (с прописной буквы в именительном падеже):
В речную фазу первыми возникли центры цивилизации – Древний Египет (в долине Нила) и … (в бассейнах Тигра и Евфрата).
Ответ: **Шумер**

ЗАДАНИЕ 18. Укажите пропущенное слово (название страны) (с прописной буквы в именительном падеже):
В отличие от Китая … создала особую, восточную по духовности культуру, но достаточно восприимчивую к культуре и технологии Запада.
Ответ: **Япония**

ЗАДАНИЕ 19. Выберите правильный вариант употребления выражения: «российский паспорт» или «русский паспорт»?
(ответ напишите строчными буквами без кавычек, выбрав только прилагательное)
Ответ: **российский**

ЗАДАНИЕ 20. В каком году произошло Крещение Руси?
(ответ напишите цифрами)
Ответ: **988**

ЗАДАНИЕ 21. Кто из русских учёных разработал теорию культурно-исторических типов?
(ответ (фамилию ученого) напишите с прописной буквы в именительном падеже)
Ответ: **Данилевский**

ЗАДАНИЕ 22. Какую из перечисленных ниже ситуаций считать культурным конфликтом?
1. На международной научной конференции, общаясь с коллегой на английском языке, на вопрос о том, знакомы ли вы с работой известного ученого, вы случайно ответили "of course", забыв о том, что этот ответ не совсем вежлив
3. Коллега-японец, слушая ваш доклад, закрыл глаза. Вы недоумеваете, почему он это сделал.
   3. Общаясь с англичанином, вы неверно употребили артикль, и тот вас поправил.
4. Вы только начали работу в одной из китайских компаний. На рабочем совещании, слушая начальника, вы задаете ему множество уточняющих вопросов, стремясь ничего не упустить, чем вызываете его раздражение.

(ответ напишите цифрой)
Ответ: **4**

ЗАДАНИЕ 23. Определите страну по описанию: Берега этой страны омываются 4 морями. По всей стране можно встретить развалины старинных городов и храмов, следы древних театров и стадионов, крепости и дворцы. Эта страна – родина Олимпийских игр. Одна из спортивных дисциплин – марафонский бег – зародилась именно в этой стране.
(ответ напишите с прописной буквы в именительном падеже)
Ответ: **Греция**

ЗАДАНИЕ 24. Укажите пропущенное слово (фамилию автора) (с прописной буквы в именительном падеже): Автором типологии, согласно которой все культуры делятся на моноактивные, полиактивные и реактивные, является … .
Ответ: **Льюис**

ЗАДАНИЕ 25. Укажите пропущенное слово (с прописной буквы в именительном падеже): Гарлем в Нью-Йорке, японские и латиноамериканские кварталы являются примерами такого вида группового межкультурного взаимодействия, как … .
Ответ: **Сепарация**

ЗАДАНИЕ 26. Определите страну по описанию: … – многонациональная страна. Первыми жителями были предки индейцев, северную часть населяли эскимосы-инуиты. Символом этой страны считается кленовый лист. Он запечатлён на государственном флаге.
(ответ напишите с прописной буквы в именительном падеже)
Ответ: **Канада**

ЗАДАНИЕ 27. Имя великого китайского философа из провинции Шаньдун – … . (ответ (имя автора) напишите с прописной буквы в именительном падеже)
Ответ: **Конфуций**

ЗАДАНИЕ 28. Укажите пропущенное слово (строчными буквами в именительном падеже): Существует серьёзное препятствие на пути межкультурной коммуникации. Это – … , восприятие партнёров, принадлежащих к иным культурам с позиций ценностных
установок и культурных норм собственной культуры.
Ответ: **этноцентризм**

3) открытые задания (мини-кейсы, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Китайский коллега пригласил американку, приехавшую в страну несколько недель назад, на семейный праздник. Та приняла приглашение. На торжество она пришла точно вовремя, принесла подарок: коробку дорогого шоколада, одета была в белое платье и туфли на каблуке. С первой минуты гостья заметила на себе недоуменные взгляды. Что она сделала не так? Ответ поясните.
Пример ответа: **Белое платье на семейном празднике неуместно, поскольку в Китае белый цвет – цвет траура.**

ЗАДАНИЕ 2. На конференции японец, знакомясь с итальянским коллегой, дал ему визитную карточку. Итальянец поблагодарил его, взял визитку одной рукой и сразу же положил в визитницу. Что он сделал неправильно?
Пример ответа: **Японский этикет предполагает, что визитную карточку нужно взять двумя руками, внимательно прочитать ее и только после этого спрятать.**

УК-6. Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки

Период окончания формирования компетенции: 2 семестр

Перечень дисциплин (модулей), практик, участвующих в формировании компетенции:
– Дисциплины (модули):
- ✓ Б1.О.06 Современные теории и технологии развития личности (2 семестр);

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Выберите правильный вариант ответа:
Самосознание личности в психологии – это … .
Варианты ответа:
- **осознание индивидом собственных потребностей, способностей, мотивов поведения, мыслей**
- анализ совершенных поступков в разные периоды времени
- установка на прохождение предначертанного жизненного пути
- мера принятия или непринятия индивидом самого себя

ЗАДАНИЕ 2. Выберите правильный вариант ответа:
Сведения о том, что выбранная методика действительно измеряет то, для чего она предназначена, содержатся в понятии … .
Варианты ответа:
- надежность
- **валидность**
- репрезентативность
- объективность

ЗАДАНИЕ 3. Выберите правильный вариант ответа:
Кто является автором теста структуры интеллекта (TSI)?
Варианты ответа:
- Л.В. Щеба
- **Р. Амтхауэр**
- И.А. Бодуэн де Куртенэ
- А. Мейе

ЗАДАНИЕ 4. Продолжите определение:
Проективный метод – это … .
Варианты ответа:
- группа психодиагностических методик, задания которых представлены в виде вопросов или утверждений, а задачей испытуемого является самостоятельное сообщение о себе в форме ответов
- целенаправленное, особым образом организованное и регистрируемое восприятие наблюдаемого явления

– количественно-качественный анализ документальных и материальных источников, позволяющий изучать продукты человеческой деятельности
– **психодиагностический метод, предназначенный для диагностики личности, для которых характерен в большей мере глобальный подход к оценке личности, а также использование в нем неопределенных стимулов, которые испытуемый должен сам дополнять, интерпретировать, развивать и т.д.**

ЗАДАНИЕ 5. Выберите правильный вариант ответа:
Кто является основателем «индивидуальной психологии»?
Варианты ответа:
– З. Фрейд
– К. Юнг
– **А. Адлер**
– М. Вудкок

ЗАДАНИЕ 6. Выберите правильный вариант ответа:
Желание человека стать тем, кем он может стать, связывается А. Маслоу с активацией какой потребности?
Варианты ответа:
– самоуважения
– принадлежности и любви
– **самоактуализации**
– познания

ЗАДАНИЕ 7. Выберите правильный вариант ответа: В психологии под личностью понимается … .
Варианты ответа:
– человек, характеризуемый со стороны своих социально значимых отличий от других людей
– отдельный представитель человеческой общности
– существо, воплощающее высшую ступень развития личности
– **определяемое включенностью в общественные отношения системное качество индивида, формирующееся в совместной деятельности и общении**

ЗАДАНИЕ 8. Выберите правильный вариант ответа: В рамках какого направления психологии появление дисфункциональных эмоций объясняется не влиянием «активирующих событий», а связывается с наличием иррациональных верований, формулируемых в форме абсолютистских требований или «долженствований»?
Варианты ответа:
– психодинамического
– бихевиорального
– **рационально-эмоциональной психотерапии**
– клиент-центрированной психотерапии

ЗАДАНИЕ 9. Какой из перечисленных факторов является решающим в развитии личности?
Варианты ответа:
– наследственность (задатки)
– среда
– специально организованное воспитание и обучение

– **собственная активность личности (самовоспитание, самообразование)**

ЗАДАНИЕ 10. Выберите правильный вариант ответа: Под саморазвитием в психологии понимают … .
Варианты ответа:
– процесс количественных и качественных изменений унаследованных и приобретенных свойств и качеств личности
– это деятельность и способность личности, связанные с умением организовать себя
– **развитие, обусловленное внутренней активностью личности, характеристика внутренней способности личности к работе над собой, к росту, развитию**
– это процесс формирования целостного, относительно постоянного эмоционального отношения к себе

ЗАДАНИЕ 11. Выберите правильный вариант ответа: Какие умения в системе самоорганизации студентов характеризуют их самостоятельность в приобретении и использовании знаний из различных источников для решения практических задач?
Варианты ответа:
– организационные
– **информационные**
– интеллектуальные
– деловые

ЗАДАНИЕ 12. Выберите правильный вариант ответа: Становление психодиагностики как самостоятельной области знаний происходит в … .
Варианты ответа:
– во второй половине 14 века
– в конце 15 века
– **в начале 19 века**
– в начале 21 века

ЗАДАНИЕ 13. Выберите правильный вариант ответа: Какой автор рассматривает личность, как совокупность внутренних условий, через которые преломляются все внешние воздействия?
Варианты ответа:
– **С.Л. Рубинштейн**
– И.П. Павлов
– А.С. Макаренко
– В.В. Виноградов.

ЗАДАНИЕ 14. Выберите правильный вариант ответа: Какое направление психотерапии работает с проблемами и неврозами клиента через процедуры телесного контакта?
Варианты ответа:
– когнитивно-поведенческое
– гештальт-терапия
– экзистенциальная психология
– **телесно-ориентированное**

ЗАДАНИЕ 15. Выберите правильный вариант ответа: Расхождение между текущим организмическим опытом и Я-концепцией, противоречие между реальным пережи-

ванием и тем, как человек себя воспринимает и проявляет, К.Р. Роджерс называет … .
Варианты ответа:
– конфликтом
– **некогруэнтностью**
– неврозом
– низкой осознанностью.

ЗАДАНИЕ 16. Выберите правильный вариант ответа: Эксперимент Вертхеймера, посвященный изучению восприятия кажущегося движения предметов, позволил установить явление, названное … .
Варианты ответа:
– гештальт
– изоморфизм
– **фи-феномен**
– инсайт

ЗАДАНИЕ 17. Выберите правильный вариант ответа: Понятие «локус контроля» в научную терминологию ввел … .
Варианты ответа:
– К. Юнг
– **Дж. Роттер**
– З. Фрейд
– К. Роджерс

ЗАДАНИЕ 18. Выберите правильный вариант ответа: Понятие «Пирамида потребностей» принадлежит … .
Варианты ответа:
– Роджерсу
– **Маслоу**
– Адлеру
– Климову

ЗАДАНИЕ 19. Укажите представителя «постфрейдизма»:
Варианты ответа:
– С. Пинкер
– З. Фрейд
– Э. Фромм
– Е. Климов

ЗАДАНИЕ 20. Выберите правильный вариант ответа: Классический психоанализ ... .
Варианты ответа:
– опирался на понятие фона и фигуры
– **сделал предметом бессознательные влечения человека**
– ввел в психологию «архитипы»
– ввел в психологию понятие «Пирамида потребностей»

ЗАДАНИЕ 21. Выберите правильный вариант ответа: Метод парадоксальной интенции В. Франкла успешно применяется при работе …
Варианты ответа:
– **с фобиями**

– с заиканием
– с инфантильностью
– с прокастинацией

ЗАДАНИЕ 22. Выберите правильный вариант ответа: В чем заключается метод парадоксальной интенции В. Франкла?
Варианты ответа:
– в освоении навыков расслабления за счет дыхания
– в работе с разрешением когнитивного диссонанса
– в концентрации на расслабленности/напряженности отдельных участков собственного тела
– **в попытках человека в случае фобии возжелать то, что составляет суть его опасений**

ЗАДАНИЕ 23.Руководством Вашей компании было принято решение увеличить длительность рабочего дня ваших подчиненных на 1 час без увеличения заработной платы за дополнительное время. Задача донести эту информацию на подчиненных на оперативном совещании таким образом, чтобы оно было принято положительно. Какой из ответов считается наиболее приемлемым и правильным?
Ответы руководителей:
– Руководитель 1. Уважаемые коллеги! У меня для вас не очень приятная новость. Для решения оперативных задач нам необходимо поработать более напряженно, чем обычно. В связи с этим, начиная с сегодняшнего дня на работе нужно оставаться на час дольше. Эта мера временная, вопрос дополнительной оплаты будем обсуждать с руководством по итогам нашей работы. Я также остаюсь на работе вместе с Вами анализировать то что мы наделали за день придется вечером, так что я буду на работе практически до ночи, кто хочет остаться дольше – присоединяйтесь!
– Руководитель 2. На общем собрании: «Довожу до Вашего сведения, что был сделан расчет специалистами, на основании которого для дальнейшей прибыльной работы Общества необходимо увеличить длительность рабочего дня нашего отдела на 1 час без увеличения заработной платы за дополнительное время. При продолжении работы в настоящем режиме нас ждёт отрицательный доход и в дальнейшем – ликвидация Общества. Я надеюсь, что увеличение длительности рабочего времени будет временным на 3-6 месяцев и наше Общество выйдет в ближайшее время из затруднительного положения. В нашем отделе работают порядочные сотрудники, на взаимовыручку которых руководство Общества надеется. Готова ответить на Ваши вопросы, предложения
– **Руководитель 3. Добрый день, коллеги! С завтрашнего дня мы будем с вами видеться чаще, общаться и обсуждать производственные вопросы активней и больше, и на это у нас есть 1 дополнительный рабочий час. И это все благодаря не переходу на «летнее» время. А исключительно во благо процветания нашей компании. Рабочее время увеличится, зарплата нет, но усилиями нашего сплоченного коллектива мы улучшим результаты нашей работы и заработаем богатую премию.**

ЗАДАНИЕ 24. Выберите правильный вариант ответа: Выделение себя из среды; осознание себя, как субъекта, автономного от физической и социальной среды; осознание своего внутреннего опыта – это критерии… .
Варианты ответа:
– **самосознания**

– самооценки
– саморегуляции
– самоконтроля

ЗАДАНИЕ 25. Выберите правильный вариант ответа: Какая основная функция самооценки в психической жизни личности?
Варианты ответа:
– осознание своего внутреннего опыта
– выступает необходимым внутренним условием регуляции поведения и деятельности личности
– защищает уникальность личности от угрозы ее нивелирования
– обеспечивает потребность человека в признании себя обществом

ЗАДАНИЕ 26. Выберите правильный вариант ответа: Согласно гуманистическим теориям самореализация тесно связана … .
Варианты ответа:
– с комплексом превосходства
– **с самоуважением**
– с переоценкой собственного «Я»
– со способностью любить

ЗАДАНИЕ 27. Укажите лишнее свойство личности:
Варианты ответа:
– активность
– **реактивность**
– направленность
– самосознание

ЗАДАНИЕ 28. Выберите правильный вариант ответа: В рамках какой теории личность представляется как совокупность поведенческих реакций?
Варианты ответа:
– **бихевиоризм**
– психоанализ
– экзистенциализм
– гуманизм

ЗАДАНИЕ 29. Выберите правильный вариант ответа: С точки зрения экзистенциальной психологии при наличии у человека отсутствия интереса к жизни, наличия у него апатии, работу желательно вести в направлении … .
Варианты ответа:
– приобретения навыков проявления агрессии
– развития самооценки
– развития коммуникативной компетентности;
– **освобождения способности желать и облегчения проявления воли**

ЗАДАНИЕ 30. Выберите правильный вариант ответа: Если при самонаблюдении Вы отметили бы у себя те или иррациональные убеждения, выделенные А. Эллисом, к какой из указанных моделей работы Вы бы обратились для их проработки … .
Варианты ответа:

– **A-B-C (активирующее событие–иррациональное убеждение– эмоциональные или поведенческие паттерны)**
– биопсихосоциальной
– модели последовательной или рационализирующей личности
– структурной модели личности

2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Вставьте пропущенный термин в соответствующем падеже (строчными буквами):
Акт взаимодействия человека с окружающей средой в гештальт-терапии называется … .
Ответ: **контактом**

ЗАДАНИЕ 2. Вставьте пропущенный термин (словосочетание) в соответствующем падеже (строчными буквами):
В концепции А. Бека быстрые оценочные суждения, слова, образы, возникающие ненамеренно и спонтанно, называются … .
Ответ: **автоматическими мыслями**

ЗАДАНИЕ 3.Укажите четыре варианта подхода к определению самоорганизации личности. (ответ запишите строчными буквами через запятую)
Ответ: **личностный, деятельностный, интегрированный, технический**

ЗАДАНИЕ 4.Что может стать причиной психических заболеваний, по мнению З. Фрейда? (ответ запишите строчными буквами)
Ответ: **комплексы**

ЗАДАНИЕ 5. Расшифруйте аббревиатуру техники СМЭР, разработанной в рамках когнитивно-поведенческой психотерапии. (ответ запишите строчными буквами через запятую)
Ответ: **ситуация, мысль, эмоция, реакция**

3) открытые задания (мини-кейсы, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Для успешного выполнения проекта Вам как менеджеру необходимы следующие ресурсы: развитая самоэффективность и личностная автономия. Наблюдая за собой, по каким критериям Вы сможете их у себя же констатировать?
Ответ: **самоэффективность проявляет себя в стремлении к цели, настойчивости в достижениях, вере в свою способность к преодолению препятствий и др..**
Автономная личность – независимая личность, решительная, поступки совершаются на основе личной ответственности и собственных принципов и др..

ЗАДАНИЕ 2. Вы работаете над проектом. Один из его участников переживает горе и утрату. Для успешного выполнения порученного задания вклад этого сотрудника важен. Как Вы считаете, что необходимо сделать для того, чтобы восполнить его внутренние (личностные) ресурсы, оптимизировать его психологическое состояние?
Ответ: **при нехватке внутренних личностных ресурсов можно обратиться к внешним ресурсам. В данной ситуации имеет значение социальная поддержка. С сотрудником важно беседовать, ему необходимо выговориться. Это могут сделать коллеги, друзья и др.**

ЗАДАНИЕ 3. Уже больше года Вы являетесь руководителем рабочей группы. Окружающие в последнее время Вам говорят о том, что Вы изменились, стали грубить. Да и сами замечаете, что чаще стали не только волноваться, но и повышать голос на подчиненных, иногда оскорблять их. Оценку каких личностных особенностей (утраченных ресурсов) можно было бы провести, чтобы понять суть произошедших изменений?
Ответ: **желательна диагностика агрессивности, тревожности.**

ЗАДАНИЕ 4. В последнее время Вы замечали, что сталкиваетесь с неверием в себя при поступлении новых профессиональных и жизненных задач, что также отражается на снижении эффективности в общении с коллегами и значимыми близкими. На развитие какой особенности самосознания следует обратить внимание? Почему ее оптимизация будет способствовать профессиональному росту и совершенствованию деятельности?
Ответ: **Наличие неуверенности в деятельности и общении, как правило, говорит о низкой самооценке. Ее диагностика и дальнейшая оптимизация важны, поскольку от нее зависит уверенное взаимоотношение человека с другими людьми, адекватная требовательность человека к себе, восприятие собственных успехов и неудач, уровень притязаний. Отсюда самооценка влияет на эффективность деятельности человека и дальнейшее развитие личности.**

ЗАДАНИЕ 5. Вы долгое время являетесь руководителем проекта. В последнее время стали замечать у себя эмоциональную неуравновешенность. Вы понимаете, что Ваши неконтролируемые эмоции отрицательно влияют на психологический климат в коллективе. Некоторое время вы пытались подавлять негативные эмоции. Продолжите ли Вы придерживаться данной стратегии? Почему? Определите цели и приоритеты саморазвития, способствующие преодолению такого эмоционального состояния
Ответ: **руководителю важно сохранять и укреплять психологический климат в рабочем коллективе. При эмоциональной неуравновешенности раздражение, агрессия, негодование руководителя могут негативно влиять на благополучие в коллективе. Но продолжать придерживаться выбранной стратегии не стоит, т.к. постоянное подавление негативных эмоций, их сдерживание могут обернуться рядом неприятных последствий – неврозами, психическими заболеваниями и т.д. Поэтому руководителю важно выбрать другую стратегию: освоить методы саморегуляции, найти средства эмоционально-психологической разгрузки, например, физические упражнения, встречи с друзьями, хобби и т.д.**

ЗАДАНИЕ 6. В. Франкл, узник нацистского концлагеря выжил, помимо прочего, благодаря ежедневной несложной гигиенической процедуре. Почему это «работало»?
Ответ: **это выступило побуждающим мотивом и выступало одним из стимулов для саморазвития.**

ЗАДАНИЕ 7. Расставив приоритеты в контексте собственного профессионального роста, Вы понимаете, что Вам необходимо овладеть новыми эффективными моделями поведения, в частности, приобрести навыки уверенного общения с коллегами. Какие социально-психологические тренинги могут способствовать развитию данных навыков?
Ответ: **развитию указанных навыков будут способствовать социально- психологические тренинги поведения, например, тренинги делового общения, тренинги уверенности в себе.**

ЗАДАНИЕ 8. Вас назначили руководителем проекта по внедрению нового оборудования. Вы пригласил к себе в проект на должность помощника Галкина, которого знали в течение нескольких лет по прежней совместной работе в других проектах. Тогда рабочие отношения были продуктивные, и о Галкине сложилось мнение как о хорошем специалисте и добросовестном работнике. Но сейчас что-то пошло не так. Галкин обратился к руководству предприятия с жалобой, в которой обвинил Вас в самоуправстве и необъективности. Ваши действия?
Ответ: **обсудить с Галкиным его претензии. Если они носят конструктивный характер, то согласиться с коллегой. Если нет, то отстоять сою позицию**.

ЗАДАНИЕ 9. Вы проводите групповую дискуссию в рамках решения рабочей задачи. Часть группы при обсуждении данной проблемы стала отклоняться от темы. Опираясь на опыт профессиональной деятельности, какие действия Вы можете предпринять в этом случае?
Ответ: **в данном случае необходимо держаться в «русле» проблемы, не допускать повторов и отклонений от темы. Для этого можно тактично останавливать отклонившихся от темы, напоминать о целях и задачах дискуссии, о целях и приоритетах профессиональной деятельности.**

ЗАДАНИЕ 10. В последнее время у Вас увеличилось количество профессиональных задач. Для сохранения/повышения продуктивности собственной деятельности Вы решаете прибегнуть к развитию навыков организации труда. Подойдут ли для этого методы тайм-менеджмента и самоменеджмента? Обоснуйте свою позицию.
Ответ: **указанные методы являются эффективными в организации времени и повышении продуктивности его использования, самоорганизации, умении управлять собой. Поэтому тайм-менеджмент и самоменеджмент подходят для развития навыков организации труда.**

ЗАДАНИЕ 11. Вы работаете в организации, где одному из сотрудников предстоит выход на пенсию через полгода. В беседе с ним Вы узнаете, что он переживает из-за грядущей потери рабочего места, сужения социально-профессионального поля и контактов. Какие варианты социально-психологических тренингов Вы можете порекомендовать вашему коллеге для облегчения его адаптации в новом статусе?
Ответ: **в социально-психологических тренингах выделяют особый тип тренинга – для людей в возрасте старше 60 лет, для пожилых людей. В групповой форме**
работы пенсионер сможет адаптироваться к новой жизни, принять свое состояние, наладить отношения с окружающими, решить другие социально-психологические проблемы.

ЗАДАНИЕ 12. Представьте, что человек задумывается о карьерном росте. Он осознает имеющиеся у него для этого возможности: знания, опыт. Однако его общение не всегда эффективно: например, при разговоре с вышестоящим руководством он волнуется, у него сбивается дыхание, потеют ладошки. Работа над какими личностными ресурсами важна для преодоления указанных сложностей?
Ответ: **формирование адекватной самооценки, развитие уверенности, эмоциональной устойчивости.**

ЗАДАНИЕ 13. Вы являетесь начальником отдела. С разницей в 7 минут по корпоративной почте Вами получены два срочных задания: от Вашего непосредственного начальника и от вышестоящего начальника. Задания настолько срочные, что време-

ни для согласования сроков, уточнения деталей выполнения заданий у Вас нет, необходимо срочно начать работу. Однако Вы чётко понимаете, что если Вы возьметесь за решение обоих заданий, то не успеете к сроку решить ни одно из них. Ваши действия?
Ответ: **сначала буду выполнять задание наиболее важное, на мой взгляд, а другое делегирую подчиненному, которому доверяю.**

ЗАДАНИЕ 14. Методика С. А. Будасси позволяет проводить количественное исследование самооценки личности, практически руководствуясь формулой Как благодаря этой методике можно не только измерить самооценку, но и провести ее корректировку?
Ответ: **1) повысить «Я реальное» 2) понизить «Я идеальное»**

ОПК-1 Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора

Период окончания формирования компетенции: 3 семестр

Перечень дисциплин (модулей), практик, участвующих в формировании компетенции:

- Дисциплины (модули) (блок 1):
  - ✓ Б1.О.13 Микроконтроллеры и операционные системы реального времени (3 семестр);
  - ✓ Б1.О.07 История и методология науки и техники в области электроники ((3 семестр);
  - ✓ Б1.О.08 Актуальные проблемы современной электроники (3 семестр);
  - ✓ Б1.О.11 Физика приборов микроэлектроники (1 семестр);

- Дисциплины (модули) (блок 3):
  - ✓ Б3.01(Д) Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (4 семестр)

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):
ЗАДАНИЕ 1. Какой материал из перечисленных еще не доступен для 3D-печати?:
a) Титан
b) АБС-пластик
c) Шоколад
d) Древесина

ЗАДАНИЕ 2. Как расшифровывается аббревиатура SLS?
a) Выборочное/селективное лазерное плавление
b) Выборочное/селективное лазерное спекание
c) Выборочное тепловое спекание
d) Такого метода не существует

ЗАДАНИЕ 3. Чем технология FDM отличается от FFF?

a) FDM – это аббревиатура для персональных принтеров, а FFF – промышленных машин
b) FFF – это печать фотополимером, а FDM – пластиком в нитях
c) Ничем, это одно и то же, дело в патентах
d) В зависимости от диаметра нити (1,75 – FDM, 2,85 мм - FFF)

ЗАДАНИЕ 4. Какая из технологий 3D-печати позволяет печатать фотополимерами?
a) SLA
b) DLP
c) MJM
d) Все перечисленные

ЗАДАНИЕ 5. Почему печать по технологии FDM на персональных 3D принтерах не используется в особо нагруженных деталях? (Несколько вариантов ответов)
a) Прочность изделий на разрыв вдоль слоя ниже, чем при изготовлении по другим технологиям (применимо к обычным пластикам ABS, PLA и т.д.)
b) Персональные FDM принтеры не могут стабильно печатать инженерными высокотемпературными прочными пластиками (типа ULTEM, PEEK и т.д.)
c) На самом деле используются
d) Технология FDM в любом виде не может обеспечить прочность по сравнению с другими технологиями

ЗАДАНИЕ 6. Как скорость печати влияет на качество печати?
a) Не зависит, качество всегда одинаково
b) Чем медленнее, тем качественнее
c) Чем быстрее, тем качественнее

ЗАДАНИЕ 7. С помощью чего (какого ПО) можно подготовить модель для FDM печати?
a) С помощью любого 3D редактора, работающего с полигональными моделями, сохранить в .stl формате, сразу на принтер и в печать
b) Можно только скачивать с интернета специальные, уже подготовленные 3D модели для печати
c) Заказывать разработку специального G-code у программистов
d) С помощью специальных программ для «слайсинга» модели, к примеру, Cura или Simplify 3D

ЗАДАНИЕ 8. После FDM печати модели можно обрабатывать, чтобы сгладить неровности. Какая пара *Материал - Растворитель* правильная для постобработки распечаток?
a) ABS – Ацетон, Дихлорметан
b) PLA – вода
c) HIPS – вода
d) PVA – Дихлорметан

ЗАДАНИЕ 9. 3D-сканирование: какие объекты максимально «сложны» для сканирования с помощью структурированного света?

a) Черные, глянцевые, блестящие, прозрачные
b) Матовые, белые, непрозрачные
c) Нет разницы для данного вида 3D-сканирования с помощью структурированного света
d) Такого вида 3D-сканирования не существует

ЗАДАНИЕ 10

Из предложенных вариантов выберите преимущества аддитивных технологий и их отличие от традиционного производства

a) Безотходное производство
b) Отсутствие швов и сварных соединений
c) Низкая себестоимость
d) Быстрота изготовления
e) Простота изготовления

ЗАДАНИЕ 11. Какой из перечисленных материалов обладает самым низким удельным сопротивлением?

а) Серебро
б) Медь
в) Золото
г) Кремний

ЗАДАНИЕ 12. Какой из перечисленных материалов обладает самым высоким удельным сопротивлением:

а) Si
б) SiO2
в) W
г) Ge

ЗАДАНИЕ 13. Расстояние, проходимое свободным носителем заряда между двумя столкновениями с дефектами кристаллической решетки, называется:

а**) длина свободного пробега**
б) время свободного пробега
в) скорость теплового движения
г) ширина запрещенной зоны

ЗАДАНИЕ 14. Процесс превращения свободного электрона в связанный электрон носит название.

а) сублимации
б) адсорбции
в) генерации
г) рекомбинации

ЗАДАНИЕ 15. Какой из перечисленных материалов относится к полупроводникам:

а) Золото
б) Тантал
в) Германий

г) Ртуть

ЗАДАНИЕ 16. В собственном полупроводнике в результате разрыва ковалентных связей, образующееся количество свободных электронов:
а) больше чем количество дырок
б) меньше чем количество дырок
в) равно количеству дырок
г) намного больше чем количество дырок

ЗАДАНИЕ 17. Полупроводник, в котором основными носителями заряда являются электроны, называют:
а) полупроводник n-типа
б) полупроводник p-типа
в) полупроводник с дырочным типом проводимости
г) диэлектрик

ЗАДАНИЕ 18. Полупроводник, легированный акцепторной примесью, носит название:
а) электронный
б) n-типа
в) p-типа
г) собственный

ЗАДАНИЕ 19. Минимальное расстояние между дном зоны проводимости и потолком валентной зоны называют:
а) шириной запрещенной зоны
б) длиной свободного пробега
в) шириной валентной зоны
г) уровнем Ферми

ЗАДАНИЕ 20. Какое вещество по ширине запрещённой зоны ΔE следует отнести к диэлектрикам?
а) Нитрид кремния Si3N4 (ΔE =4,5 эВ);
б) Арсенид галлия GaAs (ΔE =1,43 эВ);
в) Кремний Si (ΔE =1,12 эВ);
г) Германий Ge (ΔE =0,66 эВ).

ЗАДАНИЕ 21. С ростом температуры удельное сопротивление собственных полупроводников:
а) уменьшается
б) увеличивается
в) не изменяется
г) возникает сверхпроводимость

ЗАДАНИЕ 22. К прямозонным полупроводникам относятся:
а) C (Алмаз)
б) Ge (Германий)
в) Si (Кремний)
г) GaAs (Арсенид галлия)

ЗАДАНИЕ 23. Явление, заключающееся в том, что при прохождении электрического тока через контакт двух веществ в нем в зависимости от направления тока выделяется или поглощается теплота, называется:
а) эффектом Пельтье
б) эффектом Холла
в) эффект Доплера
г) эффект Зеемана

ЗАДАНИЕ 24. Явление возникновения поперечного электрического поля в полупроводнике с текущим по нему током под действием магнитного поля называют:
а) эффектом Зеебека
б) эффектом Холла
в) эффектом Пельтье
г) эффектом Томсона

ЗАДАНИЕ 25. Поглощение света, обусловленное возбуждением примесных центров в кристалле, называется:
а) примесным
б) экситонным
в) поглощением свободными носителями
г) собственным

2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Какой из материалов не доступен для 3D-печати?
Дерево

ЗАДАНИЕ 2. Что означает SLS?
Выборочное/селективное лазерное спекание

ЗАДАНИЕ 3. Чем технология FDM отличается от FFF?
Ничем

ЗАДАНИЕ 4. Какие технологии 3D-печати позволяют печатать фотополимерами?
SLA и производные от SLA

ЗАДАНИЕ 5. 3D-сканирование: какие объекты максимально «сложны» для сканирования?
Черные, глянцевые, блестящие, прозрачные

ЗАДАНИЕ 6. Как скорость печати влияет на качество печати?
Чем медленнее, тем качественнее

3) открытые задания (мини-кейсы, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1.Преимущества аддитивных технологий
Улучшенные свойства готовой продукции. Благодаря послойному построению, изделия обладают уникальным набором свойств.. Большая экономия

сырья. Возможность изготовления изделий со сложной геометрией. Мобильность производства и ускорение обмена данными.

ЗАДАНИЕ 2. Суть аддитивных технологий

Суть аддитивных технологий – в послойном выращивании изделий с помощью 3D-принтера, который воплощает цифровую модель в реальный продукт любой сложности

ЗАДАНИЕ 3. Первая продукция, изготовленная с помощью аддитивных технологий

Первой продукцией, изготовленной с помощью аддитивных технологий, были простые пластиковые изделия, которые использовались в качестве визуальных моделей для быстрого прототипирования

ЗАДАНИЕ 4. Определение аддитивных технологий

Аддитивные технологии (Additive Manufacturing – от слова аддитивность – прибавляемый) – это послойное наращивание и синтез объекта с помощью компьютерных 3d технологий

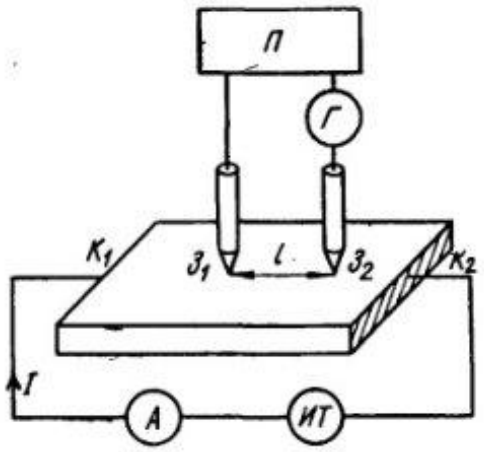
ЗАДАНИЕ 5. Что входит в полный цикл 3D-печати?

Подготовка 3D-файла Первый шаг в процессе 3D-печати – это подготовка цифровой модели. ... Создание файла STL и работа с ним CAD модель нужно конвертировать в распознаваемый для 3D-принтера формат. ... Печать ... Снятие напечатанного ... Пост-печатная обработка

ЗАДАНИЕ 6. Изобразите принципиальную электрическую схему двухзондового метода. Приведите рабочую формулу оценки удельного сопротивления полупроводника двухзондовым методом. Опишите требования, предъявляемые к форме образцов, в случае проведения измерений двухзондовым методом.

Ответ:

Принципиальная электрическая схема двухзондового метода:



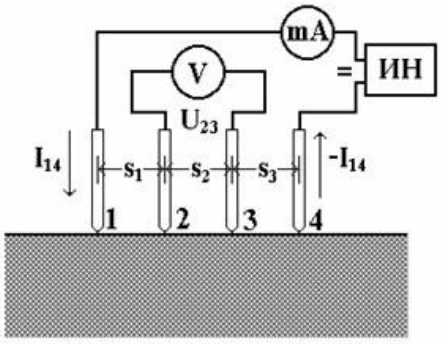
ИТ – источник тока, А – амперметр, Г – гальванометр, П – потенциометр, З1, З2 – зонды, К1, К2 – торцевые контакты.

В случае двухзондового метода, удельное сопротивление части образца, заключенной между зондами, определяют по формуле:

$$\rho = \frac{U}{I}\frac{S}{l}$$

, где S – поперечное сечение образца, l – расстояние между зондами, U – падение напряжения между зондами, I – сила тока в цепи.
Поскольку для определения удельного сопротивления необходимо знать поперечное сечение образца, то надо использовать образцы простой геометрической формы, что является существенным недостатком данного метода.

ЗАДАНИЕ 7. Изобразите принципиальную электрическую схему четырехзондового метода. Приведите рабочую формулу оценки удельного сопротивления полупроводника четырехзондовым методом. Опишите требования, предъявляемые к форме образцов, в случае проведения измерений четырехзондовым методом.
Ответ:
В случае четрехзондового метода существует множество схем расположения зондов. Одним из самых простых и распространенных является линейное расположение зондов.
Принципиальная электрическая схема четырехзондового метода:



где ИН – источник напряжения, mA – миллиамперметр, V – вольтметр, I14 – сила тока в цепи (через зонды 1 и 4), U23 – разность потенциалов между зондами 2 и 3, S1=S2=S3 – расстояние между зондами.
Рабочая формула четырехзондового метода для полубесконечного образца, в случае, когда расстояния между зондами S1=S2=S3 равны:

$$\rho = 2\pi s \frac{U_{23}}{I_{14}}$$

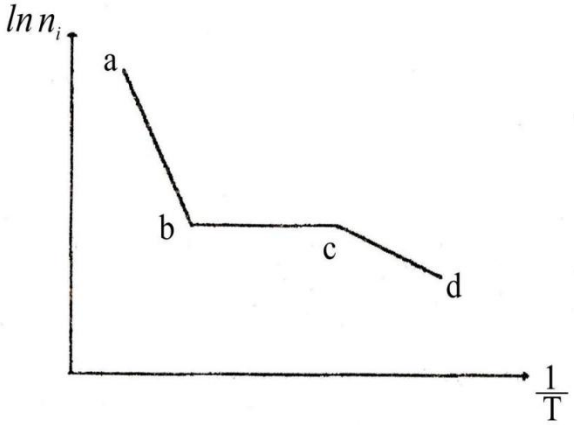
где s - расстояние между зондами, U23 - разность потенциалов между зондами 2 и 3, I14 – сила тока в цепи.
В случае измерения удельного сопротивления образцов когда толщина образа d соизмерима с межзондовым расстоянием, что наблюдается в случае пластин кремния, используется другая рабочая формула:

$$\rho = \pi d \frac{U_{23}}{I_{14}} \cdot \ln 2$$

где d- толщина образца.
С помощью четырехзондового метода возможно измерение удельного сопротивления образцов любой формы и размеров. Условием для применения четырехзондового метода с точки зрения формы образца является наличие плоской поверхности, линейные размеры которой превосходят линейные размеры зондов.

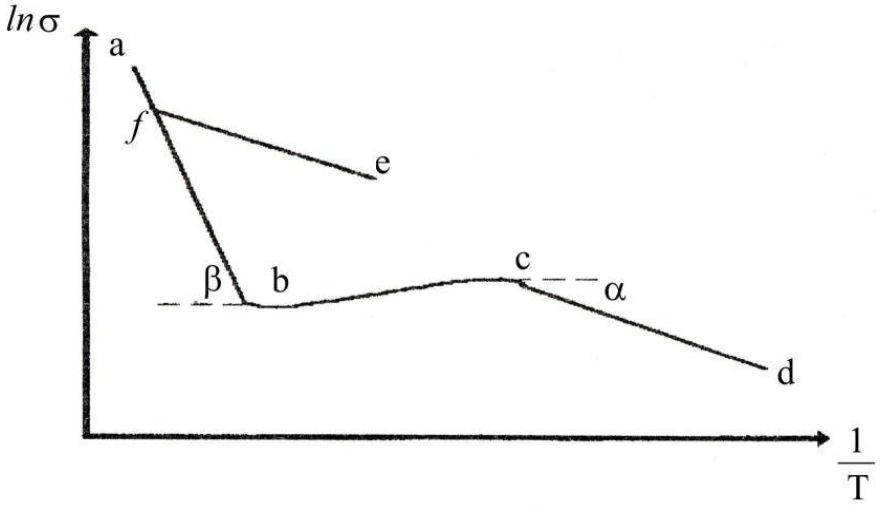
ЗАДАНИЕ 8. Изобразите и опишите вид температурной зависимости концентрации носителей заряда в полупроводнике, содержащего донорную примеси.
Ответ:

Поскольку концентрация как собственных, так и примесных носителей, в зоне проводимости полупроводника растет экспоненциально, то температурную зависимость представляют в логарифмическом масштабе.
Температурная зависимость концентрации носителей заряда в полупроводнике, содержащего примеси:



Участок ab соответствует собственной проводимости и наблюдается при высоких температурах, когда тепловая энергия kT > Eg. В этом случае рост концентрации электронов осуществляется за счет межзонных переходов.
Участок cd находится в области низких температур и проводимость обусловлена примесями. В этом случае kT < Eg тепловой энергии недостаточно для переходов электронов из валентной зоны в зону проводимости, однако достаточно для ионизации примеси, т.е. тепловая энергия выше энергии активации примеси kT > Ed.
При дальнейшем повышении температуры все донорные примеси будут ионизованы (истощены) и рост концентрации носителей прекратится (участок bc). Данный участок температурной зависимости называется областью истощения.

ЗАДАНИЕ 9. Изложите каким способом с помощью температурной зависимости проводимости можно определить ширину запрещенной зоны кремния.
Ответ:
Для оценки ширины запрещенной зоны кремния по температурной зависимости проводимости необходимо рассматривать высокотемпертатурный участок данной зависимости, когда тепловая энергия kT > Eg (участок ab на рисунке).



Используя угол наклона β участка ab можно определить ширину запрещенной зоны кремния с помощью соотношения:

$$\Delta E = 2k \cdot tg\beta$$

где k – постоянная Больцмана, ΔE – ширина запрещенной зоны

ЗАДАНИЕ 10. Оцените величину сопротивления алюминиевого цилиндра длиной 10 см и диаметром 5 мм. Удельное сопротивление алюминия принять равным $2{,}8*10^{-6}$ Ом*см.

Ответ:

Электрическое сопротивление проводника связано с его геометрическими размерами и удельным сопротивлением следующим соотношением:

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

где l – длина проводника, S – сечение проводника, ρ – удельное сопротивление

В данном случае $R=1.42\cdot10^{-4}$ Ом.

ЗАДАНИЕ 11. Напишите, как расшифровывается марка кремниевой пластины КДБ-10.

Ответ:

Кремний дырочного типа проводимости, легированный бором. Удельное сопротивление пластины 10 Ом·см.

ЗАДАНИЕ 12. Определите концентрацию донорной примеси в кремниевой пластине, легированной мышьяком. Удельное сопротивление пластины составляет 3 Ом·см, концентрация собственных носителей заряда $n_i=1{,}5\cdot10^{10}$ см$^{-3}$, подвижности электронов и дырок равны 1200 и 500 см^2/(В·с).

Ответ:

Удельное сопротивление примесного кремния n-типа определяется выражением:

$$\rho = \frac{1}{en\mu_n + ep\mu_p}$$

Подставив в данное уравнение числовые значения подвижности, удельного сопротивления и заряда электрона, получим:

$$3 = \frac{1}{1.6*10^{-19}(n*1200 + p*500)}$$

Отсюда:

$$2.1*10^{18} = 1200*n + 500*p$$

Согласно закону действующих масс:

$$np = n_i^2$$

Следовательно:

$$p = \frac{n_i^2}{n} = \frac{(1.5*10^{10})^2}{n}$$

Следовательно:

$$2.1*10^{18} = 1200*n + 500*\frac{(1.5*10^{10})^2}{n}$$

$$1200*n^2 + 2.1*10^{18}*n + 11.25*10^{23} = 0$$

$$n = \frac{2.1*10^{18} + \sqrt{(2.1*10^{18})^2 - 4*1200*1.125*10^{23}}}{2*1200} = 1.75*10^{15}\,cm^{-3}$$

ЗАДАНИЕ 13. Изобразите схематически различия в заполнении зон электронами в металлах и диэлектриках.

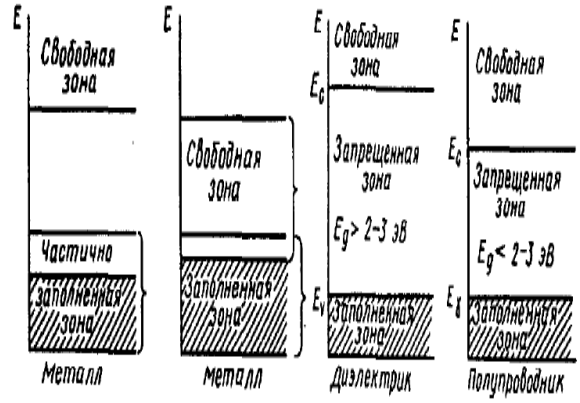
Ответ:

Изобразите схематически различия в заполнении зон электронами в металлах и диэлектриках.

В случае металлов, как правило, заполненная валентная зона перекрывается с зоной проводимости. Под действием внешнего электрического поля электроны будут переходить на более высокие свободные уровни свободной зоны (зоны проводимости).

В случае диэлектриков валентная зона заполнена электронами полностью и отделена от зоны проводимости запрещенной зоной Eg с шириной >3 эВ. В кристалле с такой зонной структурой внешнее поле не может создать электрического тока.

Варианты заполнения зон электронами в металле и диэлектрике показаны на рисунке:



ЗАДАНИЕ 14. Напишите, как расшифровывается марка кремниевой пластины КЭФ0,05.

Ответ:

Кремний электронного типа проводимости, легированный фосфором. Удельное сопротивление пластины 0,05 Ом·см.

ЗАДАНИЕ 15. Запишите выражение, связывающее постоянную Холла и концентрацию носителей заряда.

Ответ:

Постоянная Холла обратно пропорционален концентрации носителей заряда, а знак совпадает со знаком носителей заряда.

В случае электронов:

$$R = -\frac{1}{en}$$

В случае дырок:

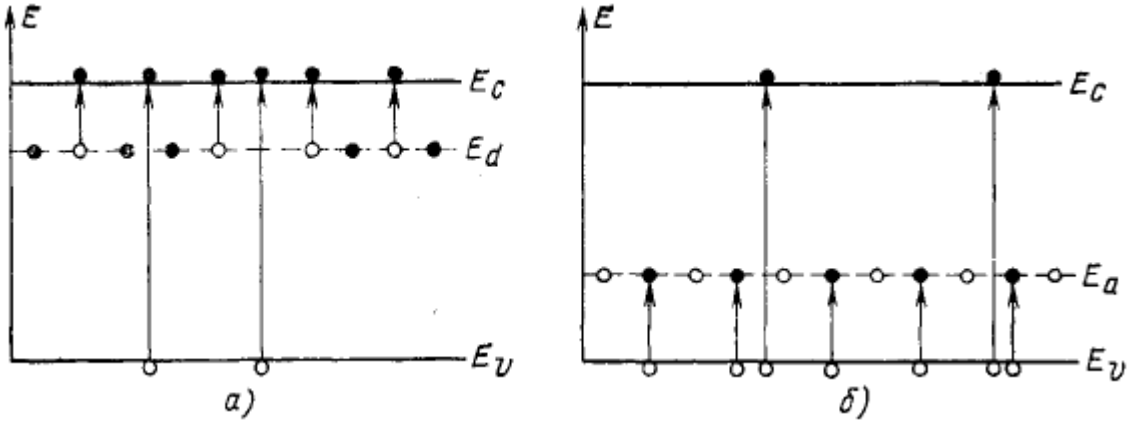
$$R = \frac{1}{ep}$$

где R – постоянная Холла, e – заряд электрона, n – концентрация электронов, p – концентрация дырок

ЗАДАНИЕ 16. Изобразите схематически энергетическую диаграмму донорного и акцепторного полупроводников.

Ответ:

Наличие примеси в кристалле полупроводника будет характеризоваться появлением локальных уровней, лежащих в запрещенной зоне. В случае донорной примеси появляется донорный уровень Ed, который располагается вблизи дна зоны проводимости Ec. В случае акцепторной примеси появляется акцепторный уровень Ea вблизи потолка валентной зоны Ev.

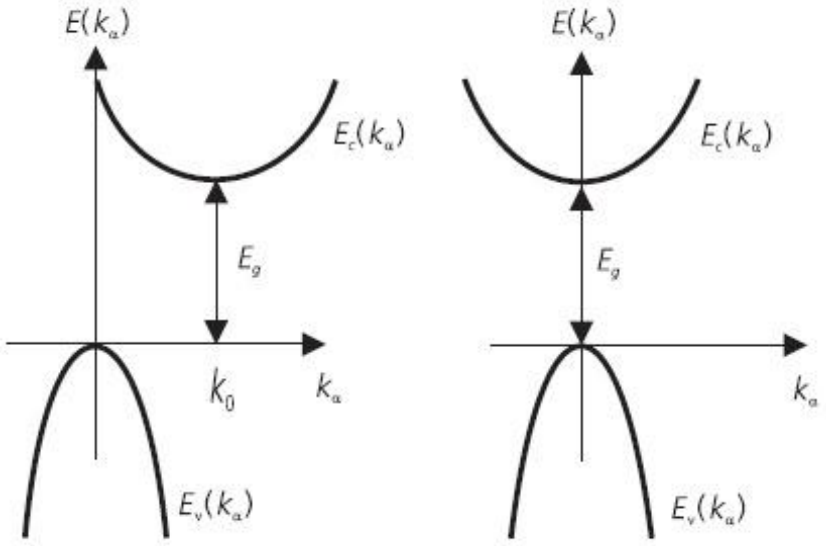


Энергетическая диаграмма донорного (а) и акцепторного (б) полупроводников.

ЗАДАНИЕ 17. Изобразите схематически зонную структуру прямозонного и непрямозонного полупроводника. Приведите примеры прямозонных и непрямозонных полупроводников.

Ответ:

Схематическое изображение зонной структуры непрямозонного полупроводника (слева) и прямозонного (справа)



К непрямозонным полупроводникам относятся кремний, германий и т.д.
К прямозонным полупроводникам относятся GaAs, GaN и т.д.

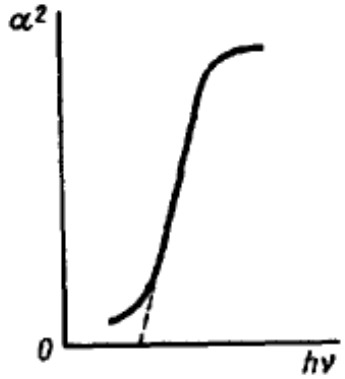
ЗАДАНИЕ 18. Перечислите механизмы поглощения света полупроводниками.

Ответ:

Поглощение света в полупроводниках обусловлено, в основном, действием следующих механизмов:

1) Собственное поглощение - межзонные электронные переходы из валентной зоны в зону проводимости.
2) Экситонное поглощение – переходы, связанные с участием экситонных состояний.
3) Поглощение свободными носителями заряда – переходы электронов или дырок внутри соответствующих разрешенных зон.
4) Примесное поглощение – переходы с участием примесных состояний.
5) Решеточное (фононное) поглощение – поглощение света колебаниями кристаллической решетки.

ЗАДАНИЕ 19. Изобразите схематически зависимость квадрата коэффициента поглощения от энергии фотонов для прямых разрешенных переходов. Каким образом с помощью данной зависимости можно определить ширину запрещенной зоны полупроводника.
Ответ:
Зависимость квадрата коэффициента поглощения от энергии фотонов для прямых разрешенных переходов выглядит следующим образом:



Экстраполируя линейный участок данной зависимости к нулю, значение в точке пересечения с осью hv будет отражать величину ширины запрещенной зоны.

ЗАДАНИЕ 20. Объясните по какой причине многие диэлектрики при комнатной температуре оптически прозрачны.
Ответ:
Многие диэлектрики при комнатной температуре оптически прозрачны, поскольку в них отсутствуют электронные или колебательные переходы в видимой области спектра ((740-360) нм, (1,7-3,5 эВ)), так как энергии оптического излучения недостаточно для перевода электронов из валентной зоны в зону проводимости (если ширина запрещенной зоны больше 3,5 эВ). Например, кристаллы алмаза с шириной запрещенной зоны 5,2 эВ и корунда с шириной запрещенной зоны 7 эВ являются оптически прозрачными.

ОПК-2 Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы

Период окончания формирования компетенции: 3 семестр

Перечень дисциплин (модулей), практик, участвующих в формировании компетенции:

- Дисциплины (модули) (блок 1):
  - ✓ Б1.О.10 Методы математического моделирования (1 семестр);
  - ✓ Б1.О.08 Актуальные проблемы современной электроники (3 семестр);

- Дисциплины (модули) (блок 3):
  - ✓ Б3.01(Д) Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (4 семестр)

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

Задание 1. Сколько различных интерполяционных функций можно построить по n+1 узлу интерполирования?

а) n
б) n+1
в) 1
г) бесконечно много

Задание 2. Сколько различных интерполяционных многочленов степени n можно построить по n+1 узлу интерполирования?

а) n
б) n+1
в) 1
г) бесконечно много

Задание 3. Чему в общем случае равна степень интерполяционного многочлена Лагранжа, построенного по n+1 узлу интерполирования?

а) *n*
б) n+1
в) 1

Задание 4. Чему в общем случае равна степень интерполяционного многочлена Ньютона для интерполирования вперед, построенного по n+1 узлу интерполирования?

а) 1
б) n
в) n+1

Задание 5. Чему в общем случае равна степень интерполяционного многочлена Ньютона для интерполирования назад, построенного по n+1 узлу интерполирования?

а) n
б) n+1
в) 1

Задание 6. Сколько непрерывных производных имеет сплайн порядка k, построенный по n+1 узлу интерполирования?

а) n
б) n–1

в) k
г) $k-1$

Задание 7. Чему равен дефект сплайна порядка k, построенного по n+1 узлу интерполирования?
а) k
б) k–1
в) n
г) n–1

Задание 8. Что такое эмпирическая формула?
а) Приближенная функциональная зависимость, построенная на основе экспериментальных данных.
б) Функциональная зависимость, значения которой совпадают с экспериментальными данными.

Задание 9. Сколько узлов содержит квадратурная формула трапеций?
а) 1
б) 2
в) 3
г) 4

Задание 10. Сколько узлов содержит квадратурная формула Симпсона?
а) 1
б) 2
в) 3
г) 4

Задание 11. Частным случаем какой квадратурной формулы является квадратурная формула трапеций?
а) Квадратурная формула Ньютона-Котеса замкнутого типа
б) Квадратурная формула Ньютона-Котеса открытого типа
в) Квадратурная формула Гаусса

Задание 12. Частным случаем какой квадратурной формулы является квадратурная формула Симпсона?
а) Квадратурная формула Гаусса
б) Квадратурная формула Ньютона-Котеса замкнутого типа
в) Квадратурная формула Ньютона-Котеса открытого типа

Задание 13. Чему равна максимальная степень произвольного многочлена, интегрируемого с помощью квадратурной формула Гаусса, содержащей n узлов, с нулевым остаточным членом?
а) n
б) $n+1$
в) $2n$
г) $2n-1$

Задание 14. Укажите порядок точности решения задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка с помощью p-этапной схемы метода Рунге-Кутта (h – шаг сетки).
а) $O(h^p)$

б) $O(h^{p-1})$
в) $O(h^{p+1})$

Задание 15. Укажите порядок обыкновенного дифференциального уравнения, для решения которого применяется метод Нумерова.
а) 1
б) 2
в) 3
г) 4

ЗАДАНИЕ 16. Какой из перечисленных материалов обладает самым низким удельным сопротивлением?
а) Серебро
б) Медь
в) Золото
г) Кремний

ЗАДАНИЕ 17. Какой из перечисленных материалов обладает самым высоким удельным сопротивлением:
а) Si
б) SiO2
в) W
г) Ge

ЗАДАНИЕ 18. Расстояние, проходимое свободным носителем заряда между двумя столкновениями с дефектами кристаллической решетки, называется:
а**) длина свободного пробега**
б) время свободного пробега
в) скорость теплового движения
г) ширина запрещенной зоны

ЗАДАНИЕ 19. Процесс превращения свободного электрона в связанный электрон носит название.
а) сублимации
б) адсорбции
в) генерации
г) рекомбинации

ЗАДАНИЕ 20. Какой из перечисленных материалов относится к полупроводникам:
а) Золото
б) Тантал
в) Германий
г) Ртуть

ЗАДАНИЕ 21. В собственном полупроводнике в результате разрыва ковалентных связей, образующееся количество свободных электронов:
а) больше чем количество дырок
б) меньше чем количество дырок
в) равно количеству дырок
г) намного больше чем количество дырок

ЗАДАНИЕ 22. Полупроводник, в котором основными носителями заряда являются электроны, называют:
а) полупроводник n-типа
б) полупроводник p-типа
в) полупроводник с дырочным типом проводимости
г) диэлектрик

ЗАДАНИЕ 23. Полупроводник, легированный акцепторной примесью, носит название:
а) электронный
б) n-типа
в) p-типа
г) собственный

ЗАДАНИЕ 24. Минимальное расстояние между дном зоны проводимости и потолком валентной зоны называют:
а) шириной запрещенной зоны
б) длиной свободного пробега
в) шириной валентной зоны
г) уровнем Ферми

ЗАДАНИЕ 25. Какое вещество по ширине запрещённой зоны ΔE следует отнести к диэлектрикам?
а) Нитрид кремния Si3N4 (ΔE =4,5 эВ);
б) Арсенид галлия GaAs (ΔE =1,43 эВ);
в) Кремний Si (ΔE =1,12 эВ);
г) Германий Ge (ΔE =0,66 эВ).

ЗАДАНИЕ 26. С ростом температуры удельное сопротивление собственных полупроводников:
а) уменьшается
б) увеличивается
в) не изменяется
г) возникает сверхпроводимость

ЗАДАНИЕ 27. К прямозонным полупроводникам относятся:
а) C (Алмаз)
б) Ge (Германий)
в) Si (Кремний)
г) GaAs (Арсенид галлия)

ЗАДАНИЕ 28. Явление, заключающееся в том, что при прохождении электрического тока через контакт двух веществ в нем в зависимости от направления тока выделяется или поглощается теплота, называется:
а) эффектом Пельтье
б) эффектом Холла
в) эффект Доплера
г) эффект Зеемана

ЗАДАНИЕ 29. Явление возникновения поперечного электрического поля в полупроводнике с текущим по нему током под действием магнитного поля называют:
а) эффектом Зеебека

б) эффектом Холла
в) эффектом Пельтье
г) эффектом Томсона

ЗАДАНИЕ 30. Поглощение света, обусловленное возбуждением примесных центров в кристалле, называется:
а) примесным
б) экситонным
в) поглощением свободными носителями
г) собственным

2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

3) открытые задания (мини-кейсы, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Построить интерполяционный многочлен Лагранжа для функции, заданной таблично

:

x	–1	0	2
y	1	–1	7

Ответ:
Многочлен Лагранжа для трёх узлов интерполяции запишется следующим образом:

$$P(x) = y_0 \frac{(x-x_1)(x-x_2)}{(x_0-x_1)(x_0-x_2)} + y_1 \frac{(x-x_0)(x-x_2)}{(x_1-x_0)(x_1-x_2)} + y_2 \frac{(x-x_0)(x-x_1)}{(x_2-x_0)(x_2-x_1)}$$

или

$$P(x) = 1 \cdot \frac{(x-0)(x-2)}{(-1-0)(-1-2)} + (-1) \cdot \frac{(x-(-1))(x-2)}{(0-(-1))(0-2)} + 7 \frac{(x-(-1))(x-0)}{(2-(-1))(2-0)}$$

Окончательно:

$$P(x) = 2x^2 - 1$$

ЗАДАНИЕ 2. Построить интерполяционный многочлен Ньютона для интерполирования вперед для функции, заданной таблично:

x	–2	1	2
y	11	5	7

Ответ:

Найдем значения разделенных разностей:

$$f(x_0;x_1)=\frac{f(x_1)-f(x_0)}{x_1-x_0}=\frac{5-11}{1-(-2)}=-2$$

$$f(x_1;x_2)=\frac{f(x_2)-f(x_1)}{x_2-x_1}=\frac{7-5}{2-1}=2$$

$$f(x_0;x_1;x_2)=\frac{f(x_1;x_2)-f(x_0;x_1)}{x_2-x_0}=\frac{2-(-2)}{2-(-2)}=1$$

Интерполяционный многочлен Ньютона для интерполирования вперед будет иметь вид

$$P(x)=f(x_0)+(x-x_0)f(x_0;x_1)+(x-x_0)(x-x_1)f(x_0;x_1;x_2)$$

Таким образом:

$$P(x)=11+(x-(-2))(-2)+(x-(-2))(x-1)\cdot 1$$

Окончательно:

$$P(x)=x^2-x+5$$

ЗАДАНИЕ 3. Построить интерполяционный многочлен Ньютона для интерполирования назад для функции, заданной таблично:

x	–2	0	1
y	0	–10	–6

Ответ:

Найдем значения разделенных разностей:

$$f(x_0;x_1)=\frac{f(x_1)-f(x_0)}{x_1-x_0}=\frac{-10-0}{0-(-2)}=-5$$

$$f(x_1;x_2)=\frac{f(x_2)-f(x_1)}{x_2-x_1}=\frac{-6-(-10)}{1-0}=4$$

$$f(x_0;x_1;x_2)=\frac{f(x_1;x_2)-f(x_0;x_1)}{x_2-x_0}=\frac{4-(-5)}{1-(-2)}=3$$

Интерполяционный многочлен Ньютона для интерполирования назад будет иметь вид

$$P(x)=f(x_2)+(x-x_2)f(x_1;x_2)+(x-x_2)(x-x_1)f(x_0;x_1;x_2)$$

Таким образом:

$$P(x)=-6+(x-1)\cdot 4+(x-1)(x-0)\cdot 3$$

Окончательно:

$$P(x) = 3x^2 + x - 10$$

ЗАДАНИЕ 4. Построить интерполяционный многочлен по схеме Эйткена, заданной таблично:

x	–1	1	2
y	4	–2	–2

Ответ:
Найдем сначала значения выражения:

$$p_{01}(x) = \frac{\begin{vmatrix} y_0 & x_0 - x \\ y_1 & x_1 - x \end{vmatrix}}{x_1 - x_0} = \frac{\begin{vmatrix} 4 & -1 - x \\ -2 & 1 - x \end{vmatrix}}{1 - (-1)} = -3x + 1,$$

затем

$$p_{12}(x) = \frac{\begin{vmatrix} y_1 & x_1 - x \\ y_2 & x_2 - x \end{vmatrix}}{x_2 - x_1} = \frac{\begin{vmatrix} -2 & 1 - x \\ -2 & 2 - x \end{vmatrix}}{2 - 1} = -2$$

Окончательно

$$P(x) = P_{012}(x) = \frac{\begin{vmatrix} P_{01}(x) & x_0 - x \\ P_{12}(x) & x_2 - x \end{vmatrix}}{x_2 - x_0} = \frac{\begin{vmatrix} -3x + 1 & -1 - x \\ -2 & 2 - x \end{vmatrix}}{2 - (-1)} = x^2 - 3x$$

ЗАДАНИЕ 5. Приведите пример функции, интеграл от которой, вычисленный методом Ньютона-Котеса с числом узлов n = 4, даст абсолютно точный результат.

Ответ:
В методе Ньютона-Котеса подынтегральная функция заменяется интерполяционным многочленом, построенным по n равноотстоящим узлам. В случае, если подынтегральная функция сама является многочленом степени не выше n – 1, интерполяционный многочлен, построенный для нее, будет совпадать с ней, и следовательно, формула Ньютона-Котеса даст абсолютно точный результат. Таким образом, для n = 4 это будет иметь место, например, для функции

$$f(x) = 2x^3 + 4x^2 - 10x + 1$$

ЗАДАНИЕ 6. Приведите пример функции, интеграл от которой, вычисленный методом Гаусса с числом узлов n = 4, даст абсолютно точный результат.

Ответ:

В методе Гаусса подынтегральная функция заменяется интерполяционным многочленом, построенным по *n* узлам, выбранным специальным образом. Узлы выбираются таким образом, чтобы в случае, если подынтегральная функция сама является многочленом степени не выше 2*n* – 1, формула Гаусса даст абсолютно точный результат. Таким образом, для *n* = 4 это будет иметь место, например, для функции

$$f(x) = x^7 + 3x^6 - 10x^5 + x^4 - 5x + 9$$

ЗАДАНИЕ 7. Найдите значения узлов интерполяции в формуле Ньютона-Котеса замкнутого типа, если их количество равно 5, а интегрирование ведется от *c* = 0 до *d* = 1,2.

Ответ:

В методе Ньютона-Котеса подынтегральная функция заменяется интерполяционным многочленом, построенным по *n* равноотстоящим узлам. В формулах замкнутого типа концы промежутка интегрирования *c* и *d* входят в число узлов. Поэтому расстояние между соседними узлами равно:

$$h = \frac{d-c}{n-1}$$

ЗАДАНИЕ 8. Найдите значения узлов интерполяции в формуле Ньютона-Котеса открытого типа, если их количество равно 5, а интегрирование ведется от *c* = 0 до *d* = 1,2.

Ответ:

В методе Ньютона-Котеса подынтегральная функция заменяется интерполяционным многочленом, построенным по *n* равноотстоящим узлам. В формулах открытого типа концы промежутка интегрирования *c* и *d* не входят в число узлов. Поэтому расстояние между соседними узлами равно:

$$h = \frac{d-c}{n+1}$$

Таким образом, в данном случае узлы будут иметь следующие значения:

$$x_1 = 0{,}2;\ x_2 = 0{,}4;\ x_3 = 0{,}6;\ x_4 = 0{,}8;\ x_5 = 1{,}0.$$

ЗАДАНИЕ 9. Сформулируйте, в чем заключается сходство и отличие методов Рунге-Кутта и Адамса решения задачи Коши.

Ответ:

Оба метода применяются для численного решения дифференциального уравнения

$$y' = f(x, y), \qquad x \in [a, b],$$

удовлетворяющего начальному условию $y(a) = y_0$**.**

Оба метода являются дискретными, так как значения искомой функции вычисляются на конечном множестве точек $x_n \in [a, b]$**, т.е. решение получается в виде таблицы** $y_n = y(x_n)$**.**

Недостатком метода Рунге-Кутта является то, что для получения решения уравнения в одной точке приходится вычислять правую часть уравнения в нескольких точках. Если правая часть сложна, это приводит к большой вычислительной работе.

Метод Адамса лишен этого недостатка: в нем на каждом шаге (кроме первого) требуется только однократное вычисление правой части. Однако, на первом шаге необходимо знать значения y в нескольких начальных точках. Обычно эти значения находят другим методом, например, методом Рунге-Кутта, для которого необходимо лишь значение y_0, известное по условию. Таким образом, метод Адамса не является самоначинающимся

ЗАДАНИЕ 10. Составить алгоритм численного решения дифференциального уравнения третьего порядка $y''' - 4xy' + e^{-x} = 0$ на отрезке от 0 до 2 с начальными условиями $y(0) = 1$; $y'(0) = 1$; $y''(0) = 1$ методом Эйлера.

Ответ:

Сведем данное уравнение третьего порядка к системе трех уравнений первого порядка с тремя неизвестными функциями y, z и w

$$\begin{cases} y' = z \\ z' = w \\ w' = 4xz - e^{-x} \end{cases}$$

и начальными условиями y(0) = 1; z(0) = 1; w(0) = 1.

Будем искать решение системы в равномерной сетке точек $x_0, x_1, ..., x_N$ с шагом h с помощью рекуррентных формул метода Эйлера:

$$\begin{cases} y_{n+1} = y_n + hz_n \\ z_{n+1} = z_n + hw_n \\ w_{n+1} = w_n + h(4x_n z_n - e^{-x_n}) \end{cases}$$

Искомым решением исходного уравнения будет таблица значений $y_n = y(x_n)$ на заданном отрезке с выбранным шагом.

ЗАДАНИЕ 11. Привести систему линейных алгебраических уравнений

$$100x_1 + 6x_2 - 2x_3 = 200$$
$$6x_1 + 200x_2 - 10x_3 = 600$$
$$x_1 + 2x_2 + 100x_3 = 600$$

к виду, удобному для итерационного процесса, и проверить условие сходимости решения по методу простой итерации.

Ответ:

Сведем исходную систему уравнений к виду

$$\begin{cases} x_1 = -0,06x_2 + 0,02x_3 + 2 \\ x_2 = -0,03x_1 + 0,05x_3 + 3 \\ x_3 = -0,01x_1 - 0,02x_2 + 6 \end{cases}$$

т.е. к виду, удобному для итерационного процесса:

$$\mathbf{x} = \mathbf{D}\mathbf{x} + \mathbf{c},$$

где $\mathbf{x} = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \cdots \\ x_n \end{pmatrix}$ **– вектор неизвестных,** $\mathbf{D}$ **– матрица, которая в данном случае будет иметь вид** $\mathbf{D} = \begin{pmatrix} 0 & -0{,}06 & 0{,}02 \\ -0{,}03 & 0 & 0{,}05 \\ -0{,}01 & -0{,}02 & 0 \end{pmatrix}$**,** $\mathbf{c}$ **– вектор, имеющий вид** $\mathbf{c} = \begin{pmatrix} 2 \\ 3 \\ 6 \end{pmatrix}$**.**

Итерационный процесс

$$\mathbf{x}^k = \mathbf{D}\mathbf{x}^{k-1} + \mathbf{c}$$

при любом начальном векторе $\mathbf{x}^0$ **сходится к решению системы, если выполняется условие** $\|\mathbf{D}\| < 1$**, где** $\|\mathbf{D}\| = \max\limits_{1 \le i \le n} \sum\limits_{j=1}^{n} |d_{ij}|$ **– одна из форм нормы матрицы** $\mathbf{D}$**. В данном случае она равна 0,08, следовательно, процесс будет сходиться.**

ЗАДАНИЕ 12.Преимущества аддитивных технологий

Улучшенные свойства готовой продукции. Благодаря послойному построению, изделия обладают уникальным набором свойств.. Большая экономия сырья. Возможность изготовления изделий со сложной геометрией. Мобильность производства и ускорение обмена данными.

ЗАДАНИЕ 13. Суть аддитивных технологий

Суть аддитивных технологий – в послойном выращивании изделий с помощью 3D-принтера, который воплощает цифровую модель в реальный продукт любой сложности

ЗАДАНИЕ 14. Первая продукция, изготовленная с помощью аддитивных технологий

Первой продукцией, изготовленной с помощью аддитивных технологий, были простые пластиковые изделия, которые использовались в качестве визуальных моделей для быстрого прототипирования

ЗАДАНИЕ 15. Определение аддитивных технологий

Аддитивные технологии (Additive Manufacturing – от слова аддитивность – прибавляемый) – это послойное наращивание и синтез объекта с помощью компьютерных 3d технологий

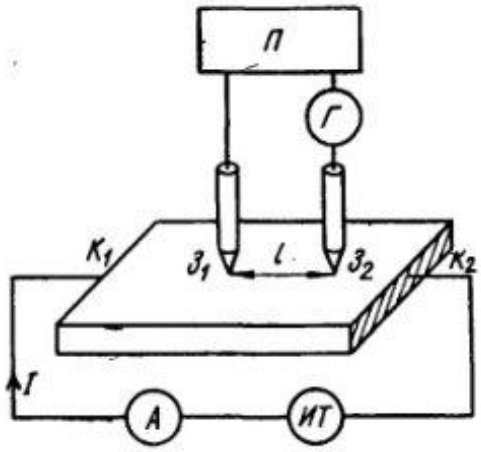
ЗАДАНИЕ 16. Что входит в полный цикл 3D-печати?

Подготовка 3D-файла Первый шаг в процессе 3D-печати – это подготовка цифровой модели. ... Создание файла STL и работа с ним CAD модель нужно конвертировать в распознаваемый для 3D-принтера формат. ... Печать ... Снятие напечатанного ... Пост-печатная обработка

ЗАДАНИЕ 17. Изобразите принципиальную электрическую схему двухзондового метода. Приведите рабочую формулу оценки удельного сопротивления полупроводника двухзондовым методом. Опишите требования, предъявляемые к форме образцов, в случае проведения измерений двухзондовым методом.

Ответ:

Принципиальная электрическая схема двухзондового метода:



ИТ – источник тока, А – амперметр, Г – гальванометр, П – потенциометр, З1, З2 – зонды, К1, К2 – торцевые контакты.

В случае двухзондового метода, удельное сопротивление части образца, заключенной между зондами, определяют по формуле:

$$\rho = \frac{U}{I}\frac{S}{l}$$

, где S – поперечное сечение образца, l – расстояние между зондами, U – падение напряжения между зондами, I – сила тока в цепи.

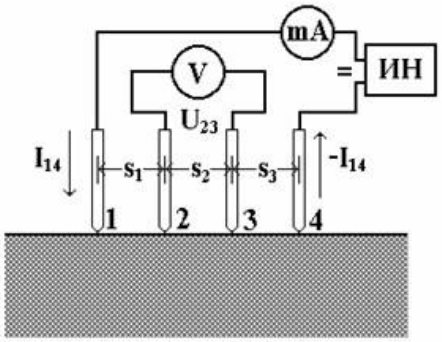
Поскольку для определения удельного сопротивления необходимо знать поперечное сечение образца, то надо использовать образцы простой геометрической формы, что является существенным недостатком данного метода.

ЗАДАНИЕ 18. Изобразите принципиальную электрическую схему четырехзондового метода. Приведите рабочую формулу оценки удельного сопротивления полупроводника четырехзондовым методом. Опишите требования, предъявляемые к форме образцов, в случае проведения измерений четырехзондовым методом.

Ответ:

В случае четрехзондового метода существует множество схем расположения зондов. Одним из самых простых и распространенных является линейное расположение зондов.

Принципиальная электрическая схема четырехзондового метода:



, где ИН – источник напряжения, mA – миллиамперметр, V – вольтметр, I14 – сила тока в цепи (через зонды 1 и 4), U23 – разность потенциалов между зондами 2 и 3, S1=S2=S3 – расстояние между зондами.

Рабочая формула четырехзондового метода для полубесконечного образца, в случае, когда расстояния между зондами S1=S2=S3 равны:

$$\rho = 2\pi s \frac{U_{23}}{I_{14}}$$

, где s - расстояние между зондами, U23 - разность потенциалов между зондами 2 и 3, I14 – сила тока в цепи.

В случае измерения удельного сопротивления образцов когда толщина образца d соизмерима с межзондовым расстоянием, что наблюдается в случае пластин кремния, используется другая рабочая формула:

$$\rho = \pi d \frac{U_{23}}{I_{14}} \cdot \ln 2$$

где d- толщина образца.

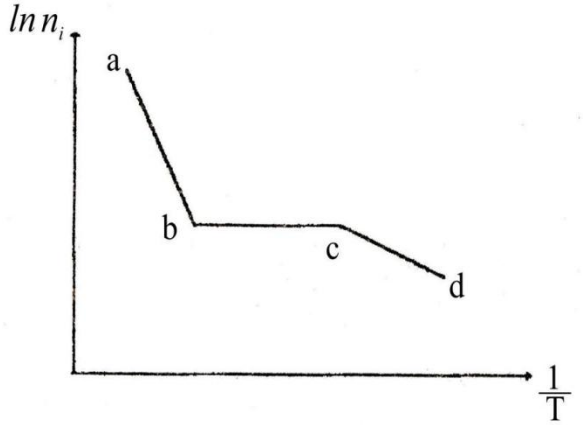
С помощью четырехзондового метода возможно измерение удельного сопротивления образцов любой формы и размеров. Условием для применения четырехзондового метода с точки зрения формы образца является наличие плоской поверхности, линейные размеры которой превосходят линейные размеры зондов.

ЗАДАНИЕ 19. Изобразите и опишите вид температурной зависимости концентрации носителей заряда в полупроводнике, содержащего донорную примеси.

Ответ:

Поскольку концентрация как собственных, так и примесных носителей, в зоне проводимости полупроводника растет экспоненциально, то температурную зависимость представляют в логарифмическом масштабе.

Температурная зависимость концентрации носителей заряда в полупроводнике, содержащего примеси:



Участок ab соответствует собственной проводимости и наблюдается при высоких температурах, когда тепловая энергия kT > Eg. В этом случае рост концентрации электронов осуществляется за счет межзонных переходов.

Участок cd находится в области низких температур и проводимость обусловлена примесями. В этом случае kT < Eg тепловой энергии недостаточно для переходов электронов из валентной зоны в зону проводимости, однако достаточно для ионизации примеси, т.е. тепловая энергия выше энергии активации примеси kT > Ed.

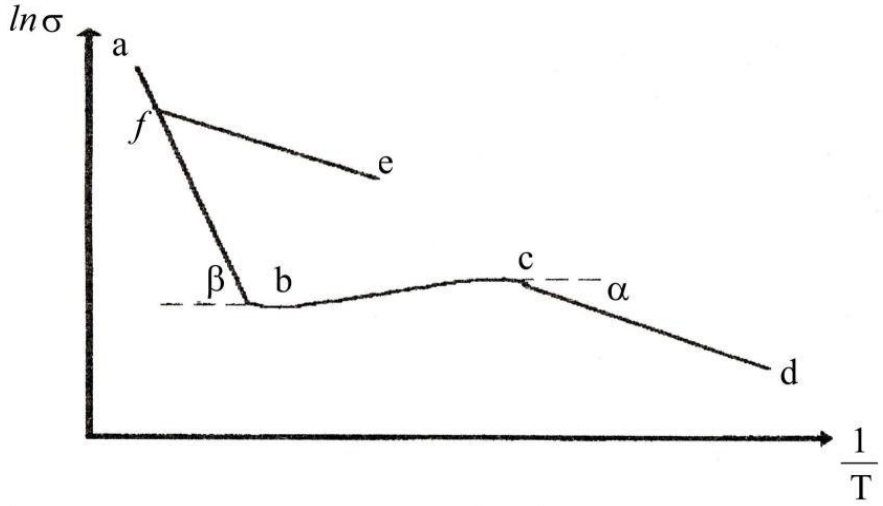
При дальнейшем повышении температуры все донорные примеси будут ионизованы (истощены) и рост концентрации носителей прекратится (уча-

сток bc). Данный участок температурной зависимости называется областью истощения.

ЗАДАНИЕ 20. Изложите каким способом с помощью температурной зависимости проводимости можно определить ширину запрещенной зоны кремния.

Ответ:

Для оценки ширины запрещенной зоны кремния по температурной зависимости проводимости необходимо рассматривать высокотемпертатурный участок данной зависимости, когда тепловая энергия kT > Eg (участок ab на рисунке).



Используя угол наклона β участка ab можно определить ширину запрещенной зоны кремния с помощью соотношения:

$$\Delta E = 2k \cdot tg\beta$$

где k – постоянная Больцмана, ΔE – ширина запрещенной зоны

ЗАДАНИЕ 10. Оцените величину сопротивления алюминиевого цилиндра длиной 10 см и диаметром 5 мм. Удельное сопротивление алюминия принять равным $2{,}8*10^{-6}$ Ом*см.

Ответ:

Электрическое сопротивление проводника связано с его геометрическими размерами и удельным сопротивлением следующим соотношением:

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

где l – длина проводника, S – сечение проводника, ρ – удельное сопротивление

В данном случае $R=1.42\cdot10^{-4}$ Ом.

ЗАДАНИЕ 21. Напишите, как расшифровывается марка кремниевой пластины КДБ-10.

Ответ:

Кремний дырочного типа проводимости, легированный бором. Удельное сопротивление пластины 10 Ом·см.

ЗАДАНИЕ 22. Определите концентрацию донорной примеси в кремниевой пластине, легированной мышьяком. Удельное сопротивление пластины составляет 3 Ом·см, концентрация собственных носителей заряда $n_i=1{,}5\cdot10^{10}$ см$^{-3}$, подвижности электронов и дырок равны 1200 и 500 см^2/(В·с).

Ответ:

Удельное сопротивление примесного кремния n-типа определяется выражением:

$$\rho = \frac{1}{en\mu_n + ep\mu_p}$$

Подставив в данное уравнение числовые значения подвижности, удельного сопротивления и заряда электрона, получим:

$$3 = \frac{1}{1.6*10^{-19}(n*1200 + p*500)}$$

Отсюда:

$$2.1*10^{18} = 1200*n + 500*p$$

Согласно закону действующих масс:

$$np = n_i^2$$

Следовательно:

$$p = \frac{n_i^2}{n} = \frac{(1.5*10^{10})^2}{n}$$

Следовательно:

$$2.1*10^{18} = 1200*n + 500*\frac{(1.5*10^{10})^2}{n}$$

$$1200*n^2 + 2.1*10^{18}*n + 11.25*10^{23} = 0$$

$$n = \frac{2.1*10^{18} + \sqrt{(2.1*10^{18})^2 - 4*1200*1.125*10^{23}}}{2*1200} = 1.75*10^{15}\,cm^{-3}$$

ЗАДАНИЕ 23. Изобразите схематически различия в заполнении зон электронами в металлах и диэлектриках.

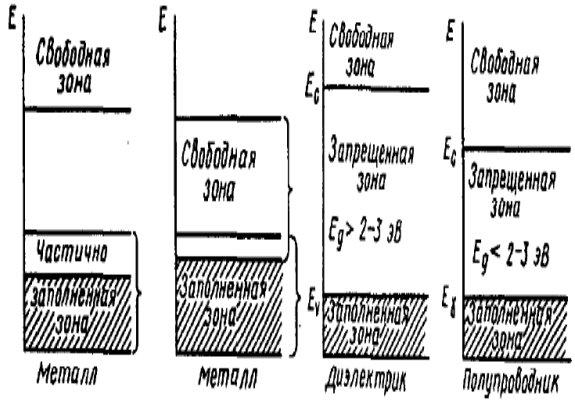
Ответ:

Изобразите схематически различия в заполнении зон электронами в металлах и диэлектриках.

В случае металлов, как правило, заполненная валентная зона перекрывается с зоной проводимости. Под действием внешнего электрического поля электроны будут переходить на более высокие свободные уровни свободной зоны (зоны проводимости).

В случае диэлектриков валентная зона заполнена электронами полностью и отделена от зоны проводимости запрещенной зоной Eg с шириной >3 эВ. В кристалле с такой зонной структурой внешнее поле не может создать электрического тока.

Варианты заполнения зон электронами в металле и диэлектрике показаны на рисунке:



ЗАДАНИЕ 24. Напишите, как расшифровывается марка кремниевой пластины КЭФ0,05.

Ответ:

Кремний электронного типа проводимости, легированный фосфором. Удельное сопротивление пластины 0,05 Ом·см.

ЗАДАНИЕ 25. Запишите выражение, связывающее постоянную Холла и концентрацию носителей заряда.

Ответ:

Постоянная Холла обратно пропорционален концентрации носителей заряда, а знак совпадает со знаком носителей заряда.

В случае электронов:

$$R = -\frac{1}{en}$$

В случае дырок:

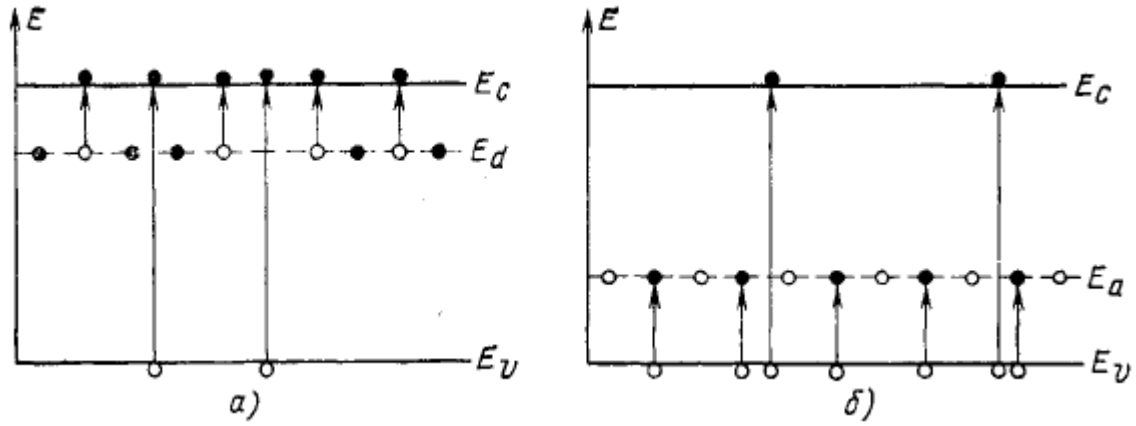
$$R = \frac{1}{ep}$$

где R – постоянная Холла, e – заряд электрона, n – концентрация электронов, p – концентрация дырок

ЗАДАНИЕ 26. Изобразите схематически энергетическую диаграмму донорного и акцепторного полупроводников.

Ответ:

Наличие примеси в кристалле полупроводника будет характеризоваться появлением локальных уровней, лежащих в запрещенной зоне. В случае донорной примеси появляется донорный уровень Ed, который располагается вблизи дна зоны проводимости Ec. В случае акцепторной примеси появляется акцепторный уровень Ea вблизи потолка валентной зоны Ev.

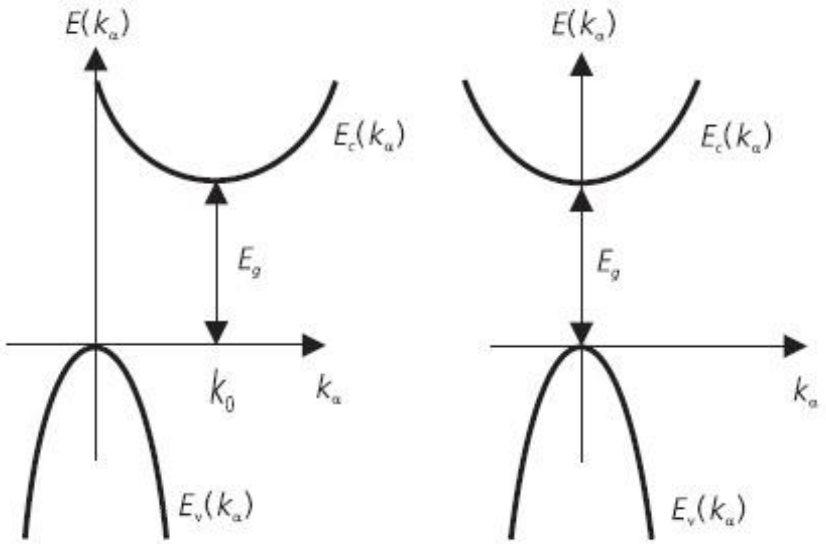


Энергетическая диаграмма донорного (а) и акцепторного (б) полупроводников.

ЗАДАНИЕ 27. Изобразите схематически зонную структуру прямозонного и непрямозонного полупроводника. Приведите примеры прямозонных и непрямозонных полупроводников.

Ответ:

Схематическое изображение зонной структуры непрямозонного полупроводника (слева) и прямозонного (справа)



К непрямозонным полупроводникам относятся кремний, германий и т.д.
К прямозонным полупроводникам относятся GaAs, GaN и т.д.

ЗАДАНИЕ 28. Перечислите механизмы поглощения света полупроводниками.

Ответ:

Поглощение света в полупроводниках обусловлено, в основном, действием следующих механизмов:

1) Собственное поглощение - межзонные электронные переходы из валентной зоны в зону проводимости.

2) Экситонное поглощение – переходы, связанные с участием экситонных состояний.

3) Поглощение свободными носителями заряда – переходы электронов или дырок внутри соответствующих разрешенных зон.

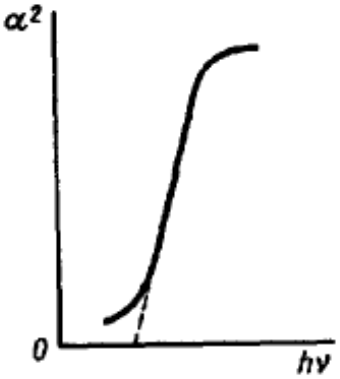
4) Примесное поглощение – переходы с участием примесных состояний.

5) Решеточное (фононное) поглощение – поглощение света колебаниями кристаллической решетки.

ЗАДАНИЕ 29. Изобразите схематически зависимость квадрата коэффициента поглощения от энергии фотонов для прямых разрешенных переходов. Каким образом с помощью данной зависимости можно определить ширину запрещенной зоны полупроводника.

Ответ:

Зависимость квадрата коэффициента поглощения от энергии фотонов для прямых разрешенных переходов выглядит следующим образом:



Экстраполируя линейный участок данной зависимости к нулю, значение в точке пересечения с осью hv будет отражать величину ширины запрещенной зоны.

ЗАДАНИЕ 30. Объясните по какой причине многие диэлектрики при комнатной температуре оптически прозрачны.

Ответ:

Многие диэлектрики при комнатной температуре оптически прозрачны, поскольку в них отсутствуют электронные или колебательные переходы в видимой области спектра ((740-360) нм, (1,7-3,5 эВ)), так как энергии оптического излучения недостаточно для перевода электронов из валентной зоны в зону проводимости (если ширина запрещенной зоны больше 3,5 эВ). Например, кристаллы алмаза с шириной запрещенной зоны 5,2 эВ и корунда с шириной запрещенной зоны 7 эВ являются оптически прозрачными.

ОПК-3 Способен приобретать и использовать новую информацию
в своей предметной области,
предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач

Период окончания формирования компетенции: 3 семестр

Перечень дисциплин (модулей), практик, участвующих в формировании компетенции:

- Дисциплины (модули) (блок 1):
  - ✓ Б1.О.09 Компьютерные технологии в научных исследованиях (1 семестр);
  - ✓ Б1.О.10 Методы математического моделирования (1 семестр);
  - ✓ Б1.О.11 Физика приборов микроэлектроники (1 семестр);
  - ✓ Б1.О.12 Приборно-технологическое проектирование электронной компонентной базы (2 семестр)
  - ✓ Б1.О.13 Микроконтроллеры и встраиваемые системы (3 семестр)

– Дисциплины (модули) (блок 3):
Б3.01(Д) Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (4 семестр)

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Инструментарий информационной технологии составляет (Укажите все ответы):

а) компьютер
б) компьютерный стол
в) книги
г) программный продукт

ЗАДАНИЕ 2. Установите соответствие: этап поиска научной информации – инструментарий:

а) Интернет (поисковые системы)
б) текстовые процессоры
в) математические пакеты программ
г) пакеты программ моделирования

ЗАДАНИЕ 3. eLibrary.Ru – это

а) российская научная электронная библиотека
б) электронно-библиотечная система
в) библиографическая база данных научных публикаций российских учёных и индекс цитирования научных статей.
г) научная библиотека МГУ

ЗАДАНИЕ 4. ScienceDirect – это

а) наименование издательства
б) сайт, позволяющий осуществлять поиск научных публикаций по теме исследования
в) пакет прикладных программ для математических вычислений
г) российская научная электронная библиотека

ЗАДАНИЕ 5. SciLab – это

а) электронно-библиотечная система
б) сайт, позволяющий осуществлять поиск научных публикаций по теме исследования
в) свободно распространяемый пакет прикладных математических программ
г) язык программирования

ЗАДАНИЕ 6. МИНКРИСТ – это

а) электронно-библиотечная система
б) сайт научного журнала по структурной химии
в) наименование издательства
г) кристаллографическая база данных

ЗАДАНИЕ 7. Установите соответствие: этап получения научных результатов – инструментарий:

а) Интернет (поисковые системы)
б) текстовые процессоры
в) пакеты программ моделирования

г) программы создания презентаций

ЗАДАНИЕ 8. Вычислительный эксперимент в физике – это

а) **исследование физических проблем средствами вычислительной математики**

б) подключение компьютера для обработки физического эксперимента

в) автоматизированное управление физическим экспериментом

г) исследование устойчивости вычислительной задачи

ЗАДАНИЕ 9. Теория функционала плотности базируется на:

а) теореме Блоха

б) теоремах Хоэнберга-Кона

в) уравнениях Максвелла

г) законах Кеплера

ЗАДАНИЕ 10. Теорема Блоха является следствием:

а) инверсионной симметрии кристалла

б) трансляционной симметрии кристалла

в) анизотропии свойств кристалла

г) конечности размеров кристалла

ЗАДАНИЕ 11. Метод линеаризованных присоединенных плоских волн можно использовать для расчета электронной структуры (Укажите все ответы):

а) атома

б) молекулы

в) кристалла

г) нанопленки

ЗАДАНИЕ 12. В основе программного пакета Wien2k лежит:

а) метод псевдопотенциала

б) **метод линеаризованных присоединенных плоских волн**

в) метод линеаризованных присоединенных цилиндрических волн

г) метод ортогонализованных плоских волн

ЗАДАНИЕ 13. Метод линеаризованных присоединенных цилиндрических волн можно использовать для расчета электронной структуры (Укажите все ответы):

а) атома

б) молекулы

в) нанопленки

г) нанотрубки

ЗАДАНИЕ 14. Установите соответствие: этап презентации результатов научных исследований – инструментарий:

а) Интернет (поисковые системы)

б) текстовые процессоры

в) пакеты программ моделирования

г) программы создания презентаций

ЗАДАНИЕ 15. О программе MS Power Point можно сказать, что она:

а) предназначена для создания графических файлов

б) предназначена для создания презентаций

в) является мультимедиа приложением

г) входит в состав Windows

ЗАДАНИЕ 16. Какой материал из перечисленных еще не доступен для 3D-печати?:

а)Титан
б) АБС-пластик
в) Шоколад
г) Древесина

ЗАДАНИЕ 17. Как расшифровывается аббревиатура SLS?

А) Выборочное/селективное лазерное плавление
Б) Выборочное/селективное лазерное спекание
В) Выборочное тепловое спекание
Г) Такого метода не существует

ЗАДАНИЕ 18. Чем технология FDM отличается от FFF?
А) FDM – это аббревиатура для персональных принтеров, а FFF – промышленных машин
Б) FFF – это печать фотополимером, а FDM – пластиком в нитях
Г) Ничем, это одно и то же, дело в патентах
Д) В зависимости от диаметра нити (1,75 – FDM, 2,85 мм - FFF)

ЗАДАНИЕ 19. Какая из технологий 3D-печати позволяет печатать фотополимерами?
e) SLA
f) DLP
g) MJM
h) Все перечисленные

ЗАДАНИЕ 20. Почему печать по технологии FDM на персональных 3D принтерах не используется в особо нагруженных деталях? (Несколько вариантов ответов)

e) Прочность изделий на разрыв вдоль слоя ниже, чем при изготовлении по другим технологиям (применимо к обычным пластикам ABS, PLA и т.д.)
f) Персональные FDM принтеры не могут стабильно печатать инженерными высокотемпературными прочными пластиками (типа ULTEM, PEEK и т.д.)
g) На самом деле используются
h) Технология FDM в любом виде не может обеспечить прочность по сравнению с другими технологиями

ЗАДАНИЕ 21. Как скорость печати влияет на качество печати?

d) Не зависит, качество всегда одинаково
e) Чем медленнее, тем качественнее
f) Чем быстрее, тем качественнее

ЗАДАНИЕ 22. С помощью чего (какого ПО) можно подготовить модель для FDM печати?

e) С помощью любого 3D редактора, работающего с полигональными моделями, сохранить в .stl формате, сразу на принтер и в печать
f) Можно только скачивать с интернета специальные, уже подготовленные 3D модели для печати
g) Заказывать разработку специального G-code у программистов
h) С помощью специальных программ для «слайсинга» модели, к примеру, Cura или Simplify 3D

ЗАДАНИЕ 23. После FDM печати модели можно обрабатывать, чтобы сгладить неровности. Какая пара *Материал - Растворитель* правильная для постобработки распечаток?

e) ABS – Ацетон, Дихлорметан
f) PLA – вода
g) HIPS – вода
h) PVA – Дихлорметан

ЗАДАНИЕ 24. 3D-сканирование: какие объекты максимально «сложны» для сканирования с помощью структурированного света?

e) Черные, глянцевые, блестящие, прозрачные
f) Матовые, белые, непрозрачные
g) Нет разницы для данного вида 3D-сканирования с помощью структурированного света
h) Такого вида 3D-сканирования не существует

ЗАДАНИЕ 25. Из предложенных вариантов выберите преимущества аддитивных технологий и их отличие от традиционного производства

f) Безотходное производство
g) Отсутствие швов и сварных соединений
h) Низкая себестоимость
i) Быстрота изготовления
j) Простота изготовления

ЗАДАНИЕ 26.Выберите правильный вариант ответа:
Какие TCAD служат для приборно-технологического проектирования –
а) CADENCE
б) Sentaurus
в) AutoCad

ЗАДАНИЕ 27.Выберите правильный вариант ответа:
В САПР TCAD физические модели представлены:
а) в виде системы алгебраических уравнений;
б) в виде системы нелинейных дифференциальных уравнений;
в) в виде системы нелинейных дифференциальных уравнений с соответствующими граничными и начальными условиями;
г) в виде набора значений физических величин.

ЗАДАНИЕ 28.Выберите правильный вариант ответа:

Выбор размеров элементов сетки в методе конечных элементов определяется:
а) достижением приемлемой сходимости и точности расчета;
б) затратами времени на вычисление;
в) размерами и формой структуры, наличием и величиной градиентов физических параметров;
г) всеми перечисленными факторами в совокупности.

ЗАДАНИЕ 29.Выберите правильный вариант ответа:
Теория ЛШШ (Линдхарда-Шарфа-Шиотта) описывает:
а) процесс окисления;
б) диффузионное перераспределение примесей при высокотемпературной обработке;
в) процесс ионной имплантации.
ЗАДАНИЕ 30.Выберите правильный вариант ответа:
Процесс ионной имплантации в аморфном полупроводнике описывается с помощью:
а) симметричного распределения Гаусса;
в) распределения Гаусса с обобщенным экспоненциальным «хвостом»;
г) распределения Пирсон-IV;
д) распределения Пирсон-IV с линейно-экспоненциальным «хвостом».

ЗАДАНИЕ 31. Выберите правильный вариант ответа:
Скорость протекания процесса при окислении кремния определяется:
а) временем окисления;
б) скоростью диффузии окислителя в слое окисла по направлению к границе окисел-кремний;
в) размерами диффузионной печи.

ЗАДАНИЕ 32. Выберите правильный вариант ответа:
При моделировании процесса окисления кремния учитываются:
а) зависимость скорости процесса от температуры;
б) зависимость скорости процесса от парциального давления компонентов окисляющей среды;
в) зависимость скорости процесса от ориентации подложки, механических напряжений и уровня легирования;
г) от всех перечисленных факторов.

ЗАДАНИЕ 33. Выберите правильный вариант ответа:
Сегрегация примеси - это:
а) явление перераспределения примеси между окислом и полупроводником, происходящие при высокой температуре из-за различия растворимости и коэффициентов диффузии примеси в полупроводнике и окисле;
б) встраивание атомов примеси в кристаллическую решетку полупроводника;
в) обеднение примесью поверхности полупроводника, происходящие при его нагреве в инертной среде;
г) перераспределение примеси в объеме полупроводника при высокой температуре.

ЗАДАНИЕ 34. Выберите правильный вариант ответа:
К какому поколению САПР приборно-технологического проектирования относится САПР Sentaurus:
а) I поколение;
б) II поколение;

в) III поколение.

ЗАДАНИЕ 35. Выберите правильный вариант ответа:

Наклон подложки относительно направления падения ионного пучка при проведении процесса ионной имплантации необходим для:

а) предотвращения распыления материала с поверхности подложки;

б) более равномерного распределения примеси в латеральном направлении;

в) предотвращения эффекта каналирования ионов в монокристаллическом полупроводнике;

г) уменьшения нагрева поверхности подложки.

ЗАДАНИЕ 36. Выберите правильный вариант ответа:

Количество введенной в полупроводник примеси в процессах диффузии и ионной имплантации характеризуется:

а) полным количеством атомов примеси;

б) концентрацией примеси;

в) дозой примеси;

г) дозой активной примеси.

ЗАДАНИЕ 37. Выберите правильный вариант ответа:

Для визуализации двухкоординатных графиков в Sentaurus TCAD используется:

а) модуль Inspect;

б) модуль Tecplot;

в) внешние графические программы;

г) модули Inspect и Tecplot.

ЗАДАНИЕ 38. Выберите правильный вариант ответа:

Узлом эксперимента в Sentaurus Workbench называется:

а) ячейка, содержащая иконку с обозначением приложения;

б) ячейка, содержащая значение, которое присваивается параметру;

в) ячейка, содержащая имя параметра.

ЗАДАНИЕ 39. Выберите правильный вариант ответа:

Для расчета электрофизических параметров в в Sentaurus TCAD используется:

а) модуль SProcess;

б) модуль SNMesh;

в) модуль SDevice.

2) открытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Какой метод расчета зонной структуры лежит в основе программного пакета Quantum Espresso?

Ответ: **метод псевдопотенциала**

ЗАДАНИЕ 2. Какой метод расчета зонной структуры лежит в основе программного комплекса FilmAll?

Ответ: **метод линеаризованных присоединенных плоских волн для пленок**

ЗАДАНИЕ 3. Сколько типов трёхмерных решеток Браве вам известно?

Ответ: **14**

ЗАДАНИЕ 4. Сколько типов двумерных решеток Браве вам известно?

Ответ: **5**

ЗАДАНИЕ 5. Какие функции используются в качестве базисных в методе плоских волн?

Ответ: $\frac{1}{\sqrt{\Omega_{WS}}} e^{i\vec{k}_\mu \vec{r}}$

ЗАДАНИЕ 6. К какому поколению САПР приборно-технологического проектирования относится САПР Senturus?

Ответ: III поколение

ЗАДАНИЕ 7. Какая электрофизическая характеристика будет рассчитана при задании аргумента DonorConcentration в блоке Plot командного файла программного модуля SDevice?

Ответ: концентрация донорной примеси

ЗАДАНИЕ 8. Какая электрофизическая характеристика будет рассчитана при задании аргумента TotalConcentration в блоке Plot командного файла программного модуля SDevice?

Ответ: суммарная концентрация примесей

ЗАДАНИЕ 9. Какая электрофизическая характеристика будет рассчитана при задании аргумента eMobility в блоке Plot командного файла программного модуля SDevice?

Ответ: подвижность электронов

ЗАДАНИЕ 10. Какая электрофизическая характеристика будет рассчитана при задании аргумента hMobility в блоке Plot командного файла программного модуля SDevice?

Ответ: подвижность дырок

ЗАДАНИЕ 11. Какая электрофизическая характеристика будет рассчитана при задании аргумента ElectricField в блоке Plot командного файла программного модуля SDevice?

Ответ: напряженность электрического поля

ЗАДАНИЕ 12. Какая электрофизическая характеристика будет рассчитана при задании аргумента ElectrostaticPotential в блоке Plot командного файла программного модуля SDevice?

Ответ: электростатический потенциал

ЗАДАНИЕ 13. Какая технологическая операция программного модуля SProcess описывается командой deposit?

Ответ: осаждение

ЗАДАНИЕ 14. Какая технологическая операция программного модуля SProcess описывается командой diffuse?

Ответ: диффузия

ЗАДАНИЕ 15. Какая технологическая операция программного модуля SProcess описывается командой etching?
Ответ: травление

ЗАДАНИЕ 16. Какая технологическая операция программного модуля SProcess описывается командой implant?
Ответ: имплантация

ЗАДАНИЕ 17. Какая технологическая операция программного модуля SProcess описывается командой strip Photoresist?
Ответ: удаление фоторезиста

ЗАДАНИЕ 18. Какой параметр процесса ионной имплантации задается аргументом dose в команде implant программного модуля SProcess?
Ответ: доза

ЗАДАНИЕ 19. Какой параметр процесса ионной имплантации задается аргументом energy в команде implant программного модуля SProcess?
Ответ: энергия

ЗАДАНИЕ 20. Какой параметр процесса ионной диффузии задается аргументом temperature в команде diffuse программного модуля SProcess?
Ответ: температура

ЗАДАНИЕ 21. Какой параметр процесса ионной диффузии задается аргументом time в команде diffuse программного модуля SProcess?
Ответ: время

3) открытые задания (мини-кейсы, повышенный уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Чем различаются понятия «информационные технологии» и «компьютерные технологии»?

Ответ:

Под термином информационная технология понимают современные виды информационного обслуживания, основанные на использовании средств вычислительной техники, связи, множительных средств и оргтехники.
Компьютерные технологии – это обобщенное название технологий, отвечающих за хранение, передачу, обработку, защиту и воспроизведение информации с использованием компьютеров. Они являются частью информационных и обеспечивают сбор, обработку, хранение и передачу информации с помощью ЭВМ.

ЗАДАНИЕ 2. За счет каких факторов компьютерные технологии повышают уровень эффективности научных исследований?

Ответ:

КТ повышают уровень эффективности работ в науке за счет следующих факторов:
• Упрощение и ускорение процессов обработки, передачи, представления и хранения информации.
• Увеличение объема полезной информации с обобщением опыта научных разработок.

• Обеспечение точности и качества решаемых задач. Возможность реализации ранее не решаемых задач. Постановка исследований и получение результатов, недостижимых другими средствами.
• Сокращение сроков разработки, трудоемкости и стоимости научно-исследовательских работ.

ЗАДАНИЕ 3. Сформулируйте основные направления рационального применения компьютерных технологий в научных исследованиях.

Ответ:

• Поиск научно-технической информации.
• Получение научных результатов.
• Презентация результатов научных исследований.

ЗАДАНИЕ 4. Какие задачи решаются на этапе сбора и обработки научно-технической информации?

Ответ:

Целью данного этапа является получение ответов на следующие вопросы:
• Какие авторы или научные группы занимаются аналогичной темой?
• Каковы известные решения по исследуемой теме?
• Какими известными методами и средствами решаются исследуемые проблемы?
• Каковы недостатки известных решений и какими путями их пытаются преодолеть?
Основной деятельностью на данном этапе является работа с научно-техническими документами, которая включает поиск, ознакомление, проработку документов и систематизацию информации. Поиск выполняется по каталогам, реферативным и библиографическим изданиям, электронным базам данных в сети Интернет.

ЗАДАНИЕ 5. Какие базы данных электронных научных публикаций вам известны?

Ответ:

Поиск электронных научных публикаций можно осуществлять на следующих платформах: eLIBRARY.RU (российская электронная библиотека научных публикаций), ScienceResearch, ScienceDirect, ArXiv.org и др.

ЗАДАНИЕ 6. Какова роль математического моделирования в научных исследованиях?

Ответ:

Применением математических моделей и вычислительной техники реализуется один из наиболее эффективных методов научных исследований – вычислительный эксперимент, который позволяет изучать поведение сложных систем, с трудом поддающееся физическому эксперименту. Это связано с большой сложностью или невозможностью проведения последнего.
Для математического моделирования целесообразно использовать программные средства, разработанные высококвалифицированными специалистами с использованием последних достижений прикладной математики и программирования.

ЗАДАНИЕ 7. Из каких этапов состоит процесс компьютерного решения научно-исследовательских задач?

Ответ:

Можно выделить следующие этапы данного процесса:
• постановка задачи;

• математическое описание задачи;
• выбор и обоснование метода решения;
• алгоритмизация вычислительного процесса;
• составление программы;
• отладка программы;
• решение задачи на компьютере и анализ результатов.
Нужно отметить, что некоторые этапы могут отсутствовать.

ЗАДАНИЕ 8. Перечислите базовые алгоритмические структуры.

Ответ:

Логическая структура любого алгоритма может быть представлена комбинацией трех базовых структур: следования (линейная структура), ветвления и цикла.

ЗАДАНИЕ 9. В чем заключается требование устойчивости вычислительного алгоритма?

Ответ:

Вычислительный алгоритм должен удовлетворять некоторым необходимым требованиям. Важнейшее из них – устойчивость. Это требование означает, что малым изменениям исходных данных должно соответствовать малое изменение результата выполнения алгоритма.

ЗАДАНИЕ 10. Опишите идею теории функционала плотности. На каких теоремах базируется эта теория?

Ответ:

Основная цель теории функционала плотности состоит в том, чтобы при описании электронной подсистемы заменить многоэлектронную волновую функцию плотностью заряда электронной подсистемы исследуемого объекта – электронной плотностью ρ(r).
Теория функционала плотности базируется на двух теоремах Хоэнберга – Кона и на уравнениях Кона – Шэма

ЗАДАНИЕ 11. Сформулируйте теорему Блоха для электронов в кристалле.

Ответ:

Важнейшим следствием трансляционной периодичности кристаллического потенциала является теорема Блоха:
Собственные состояния ψ оператора Гамильтона

$$\mathbf{H} = -\nabla^2 + V(\mathbf{r}),$$

где $V(\mathbf{r}+\mathbf{R}_n) = V(\mathbf{r})$ **при всех** $\mathbf{R}_n$ **из решетки Браве, могут быть выбраны таким образом, чтобы с каждым из них был связан некоторый волновой вектор k и для любого** $\mathbf{R}_n$ **из решетки Браве выполнялось равенство**

$$\psi_{l\mathbf{k}}(\mathbf{r}+\mathbf{R}_n) = e^{i\mathbf{k}\mathbf{R}_n}\psi_{l\mathbf{k}}(\mathbf{r})$$

ЗАДАНИЕ 12. Опишите идею вариационного метода Ритца для решения одноэлектронного уравнения Шрёдингера.

Ответ:

Метод Ритца заключается в следующем. Берется некоторая система так называемых *базисных функций* $\varphi_1, \varphi_2, ..., \varphi_n$, удовлетворяющих граничным условиям и по возможности наилучшим образом соответствую-щих существу задачи. Собственная волновая функция ищется в виде линейной комбинации этих базисных функций:

$$\psi(\mathbf{r}) = \sum_{\mu=1}^{m} C_\mu \varphi_\mu(\mathbf{r})$$

в которой вариационные параметры C_μ определяются из условия минимума функционала энергии.

ЗАДАНИЕ 13. Опишите возможности программного комплекса Quantum Espresso.

Ответ:

Quantum ESPRESSO – программный пакет, построенный на базе теории функционала электронной плотности и методе псевдопотенциала. Представляет собой мощный инструмент для энергетических расчетов многоэлектронных систем (в частности - твердых тел). Он позволяет определять полную энергию, зонную структуру, полную и парциальные плотности электронных состояний, оптические свойства, рентгеновские спектры излучения и поглощения изучаемого материала, и ряд других характеристик.

ЗАДАНИЕ 14. Какие входные данные необходиимо подготовить для моделирования электронной структуры и свойств кристаллических структур в программе Quantum Espresso?

Ответ:

Входными данными при использовании Quantum Espresso являются типы атомов, которые содержатся в исследуемом соединении, тип решетки Браве этого соединения, параметры решетки, координаты атомов в элементарной ячейке и вид псевдопотенциала.

ЗАДАНИЕ 15. Опишите возможности программного комплекса Wien2k.

Ответ:

Программный пакет Wien2k позволяет определять фундаментальные характеристики электронного строения материалов, в том числе зонную структуру, спектры полной и парциальных плотностей электронных состояний, спектры рентгеновского излучения, поглощения и др. В основе программного пакета Wien2k лежит полнопотенциальный метод линеаризованных присоединенных плоских волн.

ЗАДАНИЕ 16. Какие входные данные необходиимо подготовить для моделирования электронной структуры и свойств кристаллических структур в программе Wien2k?

Ответ:

Входными данными при использовании Wien2k являются типы атомов, которые содержатся в исследуемом соединении, тип решетки Браве этого соединения, параметры решетки, координаты атомов в элементарной ячейке и вид обменно-корреляционного потенциала.

ЗАДАНИЕ 17. Опишите возможности программного комплекса FilmAll?

Ответ:

Программный пакет FilmAll позволяет рассчитывать зонную структуру, спектры полной и парциальных плотностей электронных состояний, спектры рентгеновского излучения и поглощения нанопленок. В основе программного пакета FilmAll лежит метод линеаризованных присоединенных плоских волн, модифицированный для пленок.

ЗАДАНИЕ 18. Какие входные данные необходиимо подготовить для моделирования электронной структуры и свойств кристаллических структур в программе FilmAll (собственная разработка)?

Ответ:

Входными данными при использовании FilmAll являются типы атомов, которые содержатся в исследуемом соединении, начальное приближение для энергии электронных оболочек этих атомов, параметры решетки, координаты атомов в элементарной ячейке пленки.

ЗАДАНИЕ 19. Какую информацию предоставляет расчет электронной зонной структуры кристалла?

Ответ:

Расчет зонной структуры предоставляет информацию о структуре энергетических зон вблизи уровня Ферми. Расчет парциальных плотностей состояний дает информацию о симметрии состояний, формирующих электронную структуру вблизи уровня Ферми.

ЗАДАНИЕ 20. Какова роль компьютерных технологий в оформлении результатов научных исследований?

Ответ:

Результаты научных исследований могут быть представлены в виде отчета, доклада, статьи и т.п., в оформлении которых широко используются средства вычислительной техники. Обычно процесс создания научного документа включает:

• Подготовку текстовой части, содержащей формулы и спецсимволы.
• Формирование таблиц и их графическое отображение.
• Подготовку иллюстраций в виде схем, рисунков, чертежей, графиков, диаграмм.
• Грамматический и лексический контроль.
• Прямой и обратный переводы.
• Форматирование документа и печать.

Названные операции в основном поддерживаются текстовыми и табличными процессорами общего назначения, системами грамматического контроля, автоматизированного перевода, а также комплексными и интегрированными системами.

Подготовка научных работ, насыщенных математическими формулами, представляет определенные трудности. Проблема решается использованием специальных редакторов научных документов (MathType, OpenOffice Writer, LaTex и т.п.)

ЗАДАНИЕ 21. Опишите последовательность технологических операций, описанных в командном файле программного модуля SProcess:
deposit Nitride thickness = 700<nm>
etch Nitride etchstop = Oxide rate = 100<nm/min> type = anisotropic

Ответ: Осаждение слоя нитрида кремния толщиной 700 нм
Анизотропное травление нитрида кремния со скоростью 100 нм/мин до границы с окислом.

ЗАДАНИЕ 22. Опишите последовательность технологических операций, описанных в командном файле программного модуля SProcess:
region Silicon xlo = 0<mkm> xhi = –6<mkm> ylo = 0<mkm> yhi = 10<mkm>
init field=Boron concentration = 1e+15<cm–3> wafer.orient=100

Ответ: Задание области моделирования кремниевой подложки с координатами по оси X (–6; 0) мкм и по оси Y (0; 10) мкм

Заданная область легирована бором с концентрацией 10^{15} $см^{-3}$ и имеет ориентацию кремния (100)

ЗАДАНИЕ 23. Опишите последовательность технологических операций, описанных в командном файле программного модуля SProcess:
implant Phosphorus dose = 1.6e13<cm–2> energy = 50<keV>
diffuse temperature = 1000<gradC> time = 3<min> O2
Ответ: Имплантация фосфора с дозой $1.6 \cdot 10^{13}$ $см^{-2}$ и энергией 50 кэВ
Диффузия при температуре 1000 °С в течение 3 минут в атмосфере сухого кислорода

ЗАДАНИЕ 24. Опишите последовательность технологических операций, описанных в командном файле программного модуля SProcess:
deposit PolySilicon thickness = 1000<nm>
mask name = gate segments = {0 0.5 } negative
photo mask = gate thickness = 1000<nm>
etch PolySilicon etchstop = oxide type = anisotropic rate = 100
strip Photoresist
Ответ: Осаждение слоя поликремния толщиной 1000 нм
Задание негативной маски с именем gate с координатами сегмента 0 мкм 0.5 мкм
Нанесение маски с именем gate толщиной фоторезиста 1000 нм
Анизотропное травление поликремния со скоростью 100 нм/мин до границы с окислом
Удаление фоторезиста

ЗАДАНИЕ 25. Опишите последовательность технологических операций, описанных в командном файле программного модуля SProcess:
deposit PolySilicon thickness = 1000<nm>
mask name = gate segments = {0 0.5 } negative
photo mask = gate thickness = 1000<nm>
etch PolySilicon etchstop = oxide type = anisotropic rate = 100
strip Photoresist
Ответ: Осаждение слоя поликремния толщиной 1000 нм
Задание негативной маски с именем gate с координатами сегмента 0 мкм 0.5 мкм
Нанесение маски с именем gate толщиной фоторезиста 1000 нм
Анизотропное травление поликремния со скоростью 100 нм/мин до границы с окислом
Удаление фоторезиста

ЗАДАНИЕ 26. Опишите последовательность технологических операций, описанных в командном файле программного модуля SProcess:
contact x =–0.5 y =–0.675 point name = "gate" PolySilicon
contact x = –0.3 y = –2.675 point name = "source" Aluminum
contact x = –0.3 y =+2.675 point name = "drain" Aluminum
Ответ: Описание поликремниевого контакта с именем gate для области, в которой расположена точка с координатами x =–0.5 мкм и y =–0.675 мкм
Описание алюминиевого контакта с именем source для области, в которой расположена точка с координатами x =–0.3 мкм и y =–2.675 мкм
Описание алюминиевого контакта с именем drain для области, в которой расположена точка с координатами x =–0.3 мкм и y =+2.675 мкм

ЗАДАНИЕ 27. Каково назначение и значение параметра AreaFactor в блоке Physics командного файла программного модуля SDevice:

```
Physics { AreaFactor  = 1e3    EffectiveIntrinsicDensity(Slotboom)
          Mobility(DopingDependence
        HighFieldSaturation(GradQuasiFermi)
          NormalElectricField)
          Recombination(SRH(DopingDependence)
       Band2Band Auger Avalanche)
       Temperature   = 300 }
```

Ответ: AreaFactor задает толщину двухмерной структуры, преобразуя её в трёхмерную, толщиной 1000 мкм

ЗАДАНИЕ 28. Каково назначение параметра EffectiveIntrinsicDensity(Slotboom) в блоке Physics командного файла программного модуля SDevice:

```
Physics { AreaFactor  = 1e3    EffectiveIntrinsicDensity(Slotboom)
          Mobility(DopingDependence
        HighFieldSaturation(GradQuasiFermi)
          NormalElectricField)
          Recombination(SRH(DopingDependence)
       Band2Band Auger Avalanche)
       Temperature   = 300 }
```

Ответ: Параметр EffectiveIntrinsicDensity(Slotboom) позволяет включить модель сужения ширины запрещенной зоны от концентрации примесей

ЗАДАНИЕ 29. Каково назначение аргументов параметра Mobility в блоке Physics командного файла программного модуля SDevice:

```
Physics { AreaFactor  = 1e3    EffectiveIntrinsicDensity(Slotboom)
          Mobility(DopingDependence
        HighFieldSaturation(GradQuasiFermi)
          NormalElectricField)
          Recombination(SRH(DopingDependence)
       Band2Band Auger Avalanche)
       Temperature   = 300 }
```

Ответ: Параметр Mobility служит для задания моделей, учитывающих изменение подвижности носителей заряда под действием следующих факторов: DopingDependence – зависимость от концентрации примесей; HighFieldSaturation(GradQuasiFermi) – насыщение дрейфовой скорости носителей заряда в сильном электрическом поле; NormalElectricField – влияние нормального к поверхности подложки электрического поля

ЗАДАНИЕ 30. Каково назначение аргументов параметра Recombination в блоке Physics командного файла программного модуля SDevice:

```
Physics { AreaFactor  = 1e3    EffectiveIntrinsicDensity(Slotboom)
          Mobility(DopingDependence
                   HighFieldSaturation(GradQuasiFermi)
                  NormalElectricField)
          Recombination(SRH(DopingDependence)
                        Band2Band Auger Avalanche)
       Temperature   = 300 }
```

Ответ: Параметр Recombination служит для задания моделей, учитывающих процессы генерации-рекомбинации носителей заряда:

SRH(DopingDependence) – рекомбинация носителей заряда по модели Шокли-Рида-Холла с учетом зависимости от концентрации примесей; Band2Band – генерация носителей заряда путем туннельного перехода зона-зона; Auger – Оже-рекомбинация; Avalanche – лавинная генерация (или ударная генерация) электронно-дырочных пар

ЗАДАНИЕ 31. Какие концентрационные характеристики будут рассчитаны в блоке Plot командного файла программного модуля SDevice:
Plot{ AcceptorConcentration DonorConcentration DopingConcentration
TotalConcentration eDensity hDensity eMobility hMobility
BuiltinPotential ElectricField ElectrostaticPotential SpaceCharge
SRHRecombination TotalRecombination eCurrentDensity
hCurrentDensity TotalCurrentDensity eDriftVelocity hDriftVelocity
eGradQuasiFermi/Vector hGradQuasiFermi/Vector
eQuasiFermiPotential hQuasiFermiPotential AvalancheGeneration}?
Ответ: AcceptorConcentration –концентрация акцепторных примесей; DonorConcentration – концентрация донорных примесей; DopingConcentration – разность
TotalConcentration Параметр Recombination служит для задания моделей, учитывающих процессы генерации-рекомбинации носителей заряда: SRH(DopingDependence) – рекомбинация носителей заряда по модели Шокли-Рида-Холла с учетом зависимости от концентрации примесей; Band2Band – генерация носителей заряда путем туннельного перехода зона-зона; Auger – Оже-рекомбинация; Avalanche – лавинная генерация (или ударная генерация) электронно-дырочных пар

ЗАДАНИЕ 32. Составить фрагмент командного файла программного модуля Sprocess для выполнения следующей последовательности технологических операций:
- исходная подложка марки КЭФ0,2 с ориентацией (110);
- окисление в сухом кислороде в течение 45 минут при температуре 1200 °С;
- нормальная имплантация ионов бора с энергией 100 кэВ и дозой 100 мкКл/см2.
Ответ:
init field=Phosphorus Silicon resistivity=0.2 wafer.orient=110
diffuse temperature = 1200 time = 45 O2

ЗАДАНИЕ 33. Составить фрагмент командного файла программного модуля Sprocess для выполнения следующей последовательности технологических операций:
- исходная подложка марки КЭФ0,2 с ориентацией (100);
- нанесение окисла толщиной 0.1 мкм;
- имплантация ионов бора с энергией 100 кэВ и дозой $6.25 \cdot 10^{14}$ $см^{-2}$.
Ответ:
init field=Phosphorus Silicon resistivity=0.2 wafer.orient=100
deposit oxide thickness = 0.1
implant Boron dose = 6.25e+14energy = 100

ЗАДАНИЕ 34. Составить фрагмент командного файла программного модуля Sprocess для выполнения следующей последовательности технологических операций:
- нанесение слоя поликремния толщиной 1 мкм;
- нанесение ранее созданной маски с именем gate с толщиной фоторезиста 1 мкм;

- анизотропное травление поликремния со скоростью 100 нм/мин до границы с окислом;
- удаление фоторезиста.

Ответ:
deposit PolySilicon thickness = 1
photo mask = gate thickness = 1
etch PolySilicon etchstop = oxide type = anisotropic rate = 100
strip Photoresist

ЗАДАНИЕ 35. Составить фрагмент командного файла программного модуля Sprocess для выполнения следующей последовательности технологических операций:
- имплантация ионов фосфора с энергией 50 кэВ и дозой $6.25 \cdot 10^{14}$ $см^{-2}$.
- диффузия в сухом кислороде в течение 3 минут при температуре 1000 °С;

Ответ:
implant Phosphorus dose = $6.25 \cdot 10^{14}$ energy = 50
diffuse temperature = 1000 time = 3 O2

ОПК-4 Способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач

Период окончания формирования компетенции: 3 семестр

Перечень дисциплин (модулей), практик, участвующих в формировании компетенции:

– Дисциплины (модули) (блок 1):
  - ✓ Б1.О.09 Компьютерные технологии в научных исследованиях (1 семестр);
  - ✓ Б1.О.12 Приборно-технологическое проектирование электронной компонентной базы (2 семестр)
  - ✓ Б1.О.13 Микроконтроллеры и встраиваемые системы (3 семестр)

– Дисциплины (модули) (блок 3):
  Б3.01(Д) Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (4 семестр)

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:
1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Инструментарий информационной технологии составляет (Укажите все ответы):

а) компьютер
б) компьютерный стол
в) книги
г) программный продукт

ЗАДАНИЕ 2. Установите соответствие: этап поиска научной информации – инструментарий:

а) Интернет (поисковые системы)
б) текстовые процессоры

в) математические пакеты программ
г) пакеты программ моделирования

ЗАДАНИЕ 3. eLibrary.Ru – это

а) российская научная электронная библиотека
б) электронно-библиотечная система
в) библиографическая база данных научных публикаций российских учёных и индекс цитирования научных статей.
г) научная библиотека МГУ

ЗАДАНИЕ 4. ScienceDirect – это

а) наименование издательства
б) сайт, позволяющий осуществлять поиск научных публикаций по теме исследования
в) пакет прикладных программ для математических вычислений
г) российская научная электронная библиотека

5. SciLab – это

а) электронно-библиотечная система
б) сайт, позволяющий осуществлять поиск научных публикаций по теме исследования
в) свободно распространяемый пакет прикладных математических программ
г) язык программирования

6. МИНКРИСТ – это

а) электронно-библиотечная система
б) сайт научного журнала по структурной химии
в) наименование издательства
г) кристаллографическая база данных

7. Установите соответствие: этап получения научных результатов – инструментарий:

а) Интернет (поисковые системы)
б) текстовые процессоры
в) пакеты программ моделирования
г) программы создания презентаций

8. Вычислительный эксперимент в физике – это

а) **исследование физических проблем средствами вычислительной математики**
б) подключение компьютера для обработки физического эксперимента
в) автоматизированное управление физическим экспериментом
г) исследование устойчивости вычислительной задачи

9. Теория функционала плотности базируется на:

а) теореме Блоха
б) теоремах Хоэнберга-Кона
в) уравнениях Максвелла
г) законах Кеплера

10. Теорема Блоха является следствием:

а) инверсионной симметрии кристалла
б) трансляционной симметрии кристалла
в) анизотропии свойств кристалла
г) конечности размеров кристалла

11. Метод линеаризованных присоединенных плоских волн можно использовать для расчета электронной структуры (Укажите все ответы):

а) атома
б) молекулы
в) кристалла
г) нанопленки

12. В основе программного пакета Wien2k лежит:

а) метод псевдопотенциала
б) **метод линеаризованных присоединенных плоских волн**
в) метод линеаризованных присоединенных цилиндрических волн
г) метод ортогонализованных плоских волн

13. Метод линеаризованных присоединенных цилиндрических волн можно использовать для расчета электронной структуры (Укажите все ответы):

а) атома
б) молекулы
в) нанопленки
г) нанотрубки

14. Установите соответствие: этап презентации результатов научных исследований – инструментарий:

а) Интернет (поисковые системы)
б) текстовые процессоры
в) пакеты программ моделирования
г) программы создания презентаций

15. О программе MS Power Point можно сказать, что она:

а) предназначена для создания графических файлов
б) предназначена для создания презентаций
в) является мультимедиа приложением
г) входит в состав Windows

ЗАДАНИЕ 1.Выберите правильный вариант ответа:

Какие TCAD служат для приборно-технологического проектирования –
а) CADENCE
б) Sentaurus
в) AutoCad

ЗАДАНИЕ 2.Выберите правильный вариант ответа:

В САПР TCAD физические модели представлены:
а) в виде системы алгебраических уравнений;
б) в виде системы нелинейных дифференциальных уравнений;
в) в виде системы нелинейных дифференциальных уравнений с соответствующими граничными и начальными условиями;
г) в виде набора значений физических величин.

ЗАДАНИЕ 3.Выберите правильный вариант ответа:

Выбор размеров элементов сетки в методе конечных элементов определяется:
а) достижением приемлемой сходимости и точности расчета;

б) затратами времени на вычисление;
в) размерами и формой структуры, наличием и величиной градиентов физических параметров;
г) всеми перечисленными факторами в совокупности.
ЗАДАНИЕ 4.Выберите правильный вариант ответа:
Теория ЛШШ (Линдхарда-Шарфа-Шиотта) описывает:
а) процесс окисления;
б) диффузионное перераспределение примесей при высокотемпературной обработке;
в) процесс ионной имплантации.
ЗАДАНИЕ 5.Выберите правильный вариант ответа:
Процесс ионной имплантации в аморфном полупроводнике описывается с помощью:
а) симметричного распределения Гаусса;
в) распределения Гаусса с обобщенным экспоненциальным «хвостом»;
г) распределения Пирсон-IV;
д) распределения Пирсон-IV с линейно-экспоненциальным «хвостом».
ЗАДАНИЕ 6. Выберите правильный вариант ответа:
Скорость протекания процесса при окислении кремния определяется:
а) временем окисления;
б) скоростью диффузии окислителя в слое окисла по направлению к границе окисел-кремний;
в) размерами диффузионной печи.
ЗАДАНИЕ 7. Выберите правильный вариант ответа:
При моделировании процесса окисления кремния учитываются:
а) зависимость скорости процесса от температуры;
б) зависимость скорости процесса от парциального давления компонентов окисляющей среды;
в) зависимость скорости процесса от ориентации подложки, механических напряжений и уровня легирования;
г) от всех перечисленных факторов.
ЗАДАНИЕ 8. Выберите правильный вариант ответа:
Сегрегация примеси - это:
а) явление перераспределения примеси между окислом и полупроводником, происходящие при высокой температуре из-за различия растворимости и коэффициентов диффузии примеси в полупроводнике и окисле;
б) встраивание атомов примеси в кристаллическую решетку полупроводника;
в) обеднение примесью поверхности полупроводника, происходящие при его нагреве в инертной среде;
г) перераспределение примеси в объеме полупроводника при высокой температуре.
ЗАДАНИЕ 9. Выберите правильный вариант ответа:
К какому поколению САПР приборно-технологического проектирования относится САПР Sentaurus:
а) I поколение;
б) II поколение;
в) III поколение.
ЗАДАНИЕ 10. Выберите правильный вариант ответа:
Наклон подложки относительно направления падения ионного пучка при проведении процесса ионной имплантации необходим для:
а) предотвращения распыления материала с поверхности подложки;
б) более равномерного распределения примеси в латеральном направлении;

в) предотвращения эффекта каналирования ионов в монокристаллическом полупроводнике;
г) уменьшения нагрева поверхности подложки.
ЗАДАНИЕ 11. Выберите правильный вариант ответа:
Количество введенной в полупроводник примеси в процессах диффузии и ионной имплантации характеризуется:
а) полным количеством атомов примеси;
б) концентрацией примеси;
в) дозой примеси;
г) дозой активной примеси.
ЗАДАНИЕ 13. Выберите правильный вариант ответа:
Для визуализации двухкоординатных графиков в Sentaurus TCAD используется:
а) модуль Inspect;
б) модуль Tecplot;
в) внешние графические программы;
г) модули Inspect и Tecplot.
ЗАДАНИЕ 14. Выберите правильный вариант ответа:
Узлом эксперимента в Sentaurus Workbench называется:
а) ячейка, содержащая иконку с обозначением приложения;
б) ячейка, содержащая значение, которое присваивается параметру;
в) ячейка, содержащая имя параметра.
ЗАДАНИЕ 15. Выберите правильный вариант ответа:
Для расчета электрофизических параметров в в Sentaurus TCAD используется:
а) модуль SProcess;
б) модуль SNMesh;
в) модуль SDevice.

2) открытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

1. Какой метод расчета зонной структуры лежит в основе программного пакета Quantum Espresso?

Ответ: **метод псевдопотенциала**

2. Какой метод расчета зонной структуры лежит в основе программного комплекса FilmAll?

Ответ: **метод линеаризованных присоединенных плоских волн для пленок**

3. Сколько типов трёхмерных решеток Браве вам известно?

Ответ: **14**

4. Сколько типов двумерных решеток Браве вам известно?

Ответ: **5**

5. Какие функции используются в качестве базисных в методе плоских волн?

Ответ: $\frac{1}{\sqrt{\Omega_{WS}}} e^{i\vec{k}_\mu \vec{r}}$

ЗАДАНИЕ 1. К какому поколению САПР приборно-технологического проектирования относится САПР Senturus?
Ответ: III поколение

ЗАДАНИЕ 2. Какая электрофизическая характеристика будет рассчитана при задании аргумента DonorConcentration в блоке Plot командного файла программного модуля SDevice?
Ответ: концентрация донорной примеси
ЗАДАНИЕ 3. Какая электрофизическая характеристика будет рассчитана при задании аргумента TotalConcentration в блоке Plot командного файла программного модуля SDevice?
Ответ: суммарная концентрация примесей
ЗАДАНИЕ 4. Какая электрофизическая характеристика будет рассчитана при задании аргумента eMobility в блоке Plot командного файла программного модуля SDevice?
Ответ: подвижность электронов
ЗАДАНИЕ 5. Какая электрофизическая характеристика будет рассчитана при задании аргумента hMobility в блоке Plot командного файла программного модуля SDevice?
Ответ: подвижность дырок
ЗАДАНИЕ 6. Какая электрофизическая характеристика будет рассчитана при задании аргумента ElectricField в блоке Plot командного файла программного модуля SDevice?
Ответ: напряженность электрического поля
ЗАДАНИЕ 7. Какая электрофизическая характеристика будет рассчитана при задании аргумента ElectrostaticPotential в блоке Plot командного файла программного модуля SDevice?
Ответ: электростатический потенциал

ЗАДАНИЕ 8. Какая технологическая операция программного модуля SProcess описывается командой deposit?
Ответ: осаждение
ЗАДАНИЕ 9. Какая технологическая операция программного модуля SProcess описывается командой diffuse?
Ответ: диффузия
ЗАДАНИЕ 10. Какая технологическая операция программного модуля SProcess описывается командой etching?
Ответ: травление
ЗАДАНИЕ 11. Какая технологическая операция программного модуля SProcess описывается командой implant?
Ответ: имплантация
ЗАДАНИЕ 12. Какая технологическая операция программного модуля SProcess описывается командой strip Photoresist?
Ответ: удаление фоторезиста
ЗАДАНИЕ 13. Какой параметр процесса ионной имплантации задается аргументом dose в команде implant программного модуля SProcess?
Ответ: доза
ЗАДАНИЕ 14. Какой параметр процесса ионной имплантации задается аргументом energy в команде implant программного модуля SProcess?
Ответ: энергия
ЗАДАНИЕ 15. Какой параметр процесса ионной диффузии задается аргументом temperature в команде diffuse программного модуля SProcess?
Ответ: температура
ЗАДАНИЕ 16. Какой параметр процесса ионной диффузии задается аргументом time в команде diffuse программного модуля SProcess?
Ответ: время

3) открытые задания (мини-кейсы, повышенный уровень сложности):

1. Чем различаются понятия «информационные технологии» и «компьютерные технологии»?

Ответ:

Под термином информационная технология понимают современные виды информационного обслуживания, основанные на использовании средств вычислительной техники, связи, множительных средств и оргтехники.
Компьютерные технологии – это обобщенное название технологий, отвечающих за хранение, передачу, обработку, защиту и воспроизведение информации с использованием компьютеров. Они являются частью информационных и обеспечивают сбор, обработку, хранение и передачу информации с помощью ЭВМ.

2. За счет каких факторов компьютерные технологии повышают уровень эффективности научных исследований?

Ответ:

КТ повышают уровень эффективности работ в науке за счет следующих факторов:
• Упрощение и ускорение процессов обработки, передачи, представления и хранения информации.
• Увеличение объема полезной информации с обобщением опыта научных разработок.
• Обеспечение точности и качества решаемых задач. Возможность реализации ранее не решаемых задач. Постановка исследований и получение результатов, недостижимых другими средствами.
• Сокращение сроков разработки, трудоемкости и стоимости научно-исследовательских работ.

3. Сформулируйте основные направления рационального применения компьютерных технологий в научных исследованиях.

Ответ:

• Поиск научно-технической информации.
• Получение научных результатов.
• Презентация результатов научных исследований.

4. Какие задачи решаются на этапе сбора и обработки научно-технической информации?

Ответ:

Целью данного этапа является получение ответов на следующие вопросы:
• Какие авторы или научные группы занимаются аналогичной темой?
• Каковы известные решения по исследуемой теме?
• Какими известными методами и средствами решаются исследуемые проблемы?
• Каковы недостатки известных решений и какими путями их пытаются преодолеть?
Основной деятельностью на данном этапе является работа с научно-техническими документами, которая включает поиск, ознакомление, проработку документов и систематизацию информации. Поиск выполняется по каталогам, реферативным и библиографическим изданиям, электронным базам данных в сети Интернет.

5. Какие базы данных электронных научных публикаций вам известны?

Ответ:

Поиск электронных научных публикаций можно осуществлять на следующих платформах: eLIBRARY.RU (российская электронная библиотека научных публикаций), ScienceResearch, ScienceDirect, ArXiv.org и др.

6. Какова роль математического моделирования в научных исследованиях?

Ответ:

Применением математических моделей и вычислительной техники реализуется один из наиболее эффективных методов научных исследований – вычислительный эксперимент, который позволяет изучать поведение сложных систем, с трудом поддающееся физическому эксперименту. Это связано с большой сложностью или невозможностью проведения последнего.
Для математического моделирования целесообразно использовать программные средства, разработанные высококвалифицированными специалистами с использованием последних достижений прикладной математики и программирования.

7. Из каких этапов состоит процесс компьютерного решения научно-исследовательских задач?

Ответ:

Можно выделить следующие этапы данного процесса:
• постановка задачи;
• математическое описание задачи;
• выбор и обоснование метода решения;
• алгоритмизация вычислительного процесса;
• составление программы;
• отладка программы;
• решение задачи на компьютере и анализ результатов.
Нужно отметить, что некоторые этапы могут отсутствовать.

8. Перечислите базовые алгоритмические структуры.

Ответ:

Логическая структура любого алгоритма может быть представлена комбинацией трех базовых структур: следования (линейная структура), ветвления и цикла.

9. В чем заключается требование устойчивости вычислительного алгоритма?

Ответ:

Вычислительный алгоритм должен удовлетворять некоторым необходимым требованиям. Важнейшее из них – устойчивость. Это требование означает, что малым изменениям исходных данных должно соответствовать малое изменение результата выполнения алгоритма.

10. Опишите идею теории функционала плотности. На каких теоремах базируется эта теория?

Ответ:

Основная цель теории функционала плотности состоит в том, чтобы при описании электронной подсистемы заменить многоэлектронную волновую функцию плотностью заряда электронной подсистемы исследуемого объекта – электронной плотностью $\rho(\mathbf{r})$.
Теория функционала плотности базируется на двух теоремах Хоэнберга – Кона и на уравнениях Кона – Шэма

11. Сформулируйте теорему Блоха для электронов в кристалле.

Ответ:

Важнейшим следствием трансляционной периодичности кристаллического потенциала является **теорема Блоха**:
Собственные состояния ψ оператора Гамильтона

$$\mathbf{H} = -\nabla^2 + V(\mathbf{r}),$$

где $V(\mathbf{r}+\mathbf{R}_n)=V(\mathbf{r})$ при всех $\mathbf{R}_n$ из решетки Браве, могут быть выбраны таким образом, чтобы с каждым из них был связан некоторый волновой вектор **k** и для любого $\mathbf{R}_n$ из решетки Браве выполнялось равенство

$$\psi_{l\mathbf{k}}(\mathbf{r}+\mathbf{R}_n) = e^{i\mathbf{k}\mathbf{R}_n}\psi_{l\mathbf{k}}(\mathbf{r})$$

12. Опишите идею вариационного метода Ритца для решения одноэлектронного уравнения Шрёдингера.

Ответ:

Метод Ритца заключается в следующем. Берется некоторая система так называемых *базисных функций* $\varphi_1,\varphi_2,...,\varphi_n$, удовлетворяющих граничным условиям и по возможности наилучшим образом соответствую-щих существу задачи. Собственная волновая функция ищется в виде линейной комбинации этих базисных функций:

$$\psi(\mathbf{r}) = \sum_{\mu=1}^{m} C_\mu \varphi_\mu(\mathbf{r})$$

в которой вариационные параметры C_μ определяются из условия минимума функционала энергии.

13. Опишите возможности программного комплекса Quantum Espresso.

Ответ:

Quantum ESPRESSO – программный пакет, построенный на базе теории функционала электронной плотности и методе псевдопотенциала. Представляет собой мощный инструмент для энергетических расчетов многоэлектронных систем (в частности - твердых тел). Он позволяет определять полную энергию, зонную структуру, полную и парциальные плотности электронных состояний, оптические свойства, рентгеновские спектры излучения и поглощения изучаемого материала, и ряд других характеристик.

14. Какие входные данные необходиимо подготовить для моделирования электронной структуры и свойств кристаллических структур в программе Quantum Espresso?

Ответ:

Входными данными при использовании Quantum Espresso являются типы атомов, которые содержатся в исследуемом соединении, тип решетки Браве этого соединения, параметры решетки, координаты атомов в элементарной ячейке и вид псевдопотенциала.

15. Опишите возможности программного комплекса Wien2k.

Ответ:

Программный пакет Wien2k позволяет определять фундаментальные характеристики электронного строения материалов, в том числе зонную структуру, спектры полной и парциальных плотностей электронных состояний, спектры рентгеновского излучения, поглощения и др. В основе программного пакета Wien2k лежит полнопотенциальный метод линеаризованных присоединенных плоских волн.

16. Какие входные данные необходиимо подготовить для моделирования электронной структуры и свойств кристаллических структур в программе Wien2k?

Ответ:

Входными данными при использовании Wien2k являются типы атомов, которые содержатся в исследуемом соединении, тип решетки Браве этого соединения, параметры решетки, координаты атомов в элементарной ячейке и вид обменно-корреляционного потенциала.

17. Опишите возможности программного комплекса FilmAll?

Ответ:

Программный пакет FilmAll позволяет рассчитывать зонную структуру, спектры полной и парциальных плотностей электронных состояний, спектры рентгеновского излучения и поглощения нанопленок. В основе программного пакета FilmAll лежит метод линеаризованных присоединенных плоских волн, модифицированный для пленок.

18. Какие входные данные необходиимо подготовить для моделирования электронной структуры и свойств кристаллических структур в программе FilmAll (собственная разработка)?

Ответ:

Входными данными при использовании FilmAll являются типы атомов, которые содержатся в исследуемом соединении, начальное приближение для знергии электронных оболочек этих атомов, параметры решетки, координаты атомов в элементарной ячейке пленки.

19. Какую информацию предоставляет расчет электронной зонной структуры кристалла?

Ответ:

Расчет зонной структуры предоставляет информацию о структуре энергетических зон вблизи уровня Ферми. Расчет парциальных плотностей состояний дает информацию о симметрии состояний, формирующих электронную структуру вблизи уровня Ферми.

20. Какова роль компьютерных технологий в оформлении результатов научных исследований?

Ответ:

Результаты научных исследований могут быть представлены в виде отчета, доклада, статьи и т.п., в оформлении которых широко используются средства вычислительной техники. Обычно процесс создания научного документа включает:
• Подготовку текстовой части, содержащей формулы и спецсимволы.
• Формирование таблиц и их графическое отображение.
• Подготовку иллюстраций в виде схем, рисунков, чертежей, графиков, диаграмм.
• Грамматический и лексический контроль.
• Прямой и обратный переводы.
• Форматирование документа и печать.
Названные операции в основном поддерживаются текстовыми и табличными процессорами общего назначения, системами грамматического контроля, автоматизированного перевода, а также комплексными и интегрированными системами.
Подготовка научных работ, насыщенных математическими формулами, представляет определенные трудности. Проблема решается использованием специальных редакторов научных документов (MathType, OpenOffice Writer, LaTex и т.п.)

ЗАДАНИЕ 1. Опишите последовательность технологических операций, описанных в командном файле программного модуля SProcess:
deposit Nitride thickness = 700<nm>

etch Nitride etchstop = Oxide rate = 100<nm/min> type = anisotropic

Ответ: Осаждение слоя нитрида кремния толщиной 700 нм

Анизотропное травление нитрида кремния со скоростью 100 нм/мин до границы с окислом.

ЗАДАНИЕ 2. Опишите последовательность технологических операций, описанных в командном файле программного модуля SProcess:

region Silicon xlo = 0<mkm> xhi = –6<mkm> ylo = 0<mkm> yhi = 10<mkm>

init field=Boron concentration = 1e+15<cm–3> wafer.orient=100

Ответ: Задание области моделирования кремниевой подложки с координатами по оси X (–6; 0) мкм и по оси Y (0; 10) мкм

Заданная область легирована бором с концентрацией 10^{15} $см^{-3}$ и имеет ориентацию кремния (100)

ЗАДАНИЕ 3. Опишите последовательность технологических операций, описанных в командном файле программного модуля SProcess:

implant Phosphorus dose = 1.6e13<cm–2> energy = 50<keV>

diffuse temperature = 1000<gradC> time = 3<min> O2

Ответ: Имплантация фосфора с дозой $1.6 \cdot 10^{13}$ $см^{-2}$ и энергией 50 кэВ

Диффузия при температуре 1000 °С в течение 3 минут в атмосфере сухого кислорода

ЗАДАНИЕ 4. Опишите последовательность технологических операций, описанных в командном файле программного модуля SProcess:

deposit PolySilicon thickness = 1000<nm>

mask name = gate segments = {0 0.5 } negative

photo mask = gate thickness = 1000<nm>

etch PolySilicon etchstop = oxide type = anisotropic rate = 100

strip Photoresist

Ответ: Осаждение слоя поликремния толщиной 1000 нм

Задание негативной маски с именем gate с координатами сегмента 0 мкм 0.5 мкм

Нанесение маски с именем gate толщиной фоторезиста 1000 нм

Анизотропное травление поликремния со скоростью 100 нм/мин до границы с окислом

Удаление фоторезиста

ЗАДАНИЕ 5. Опишите последовательность технологических операций, описанных в командном файле программного модуля SProcess:

deposit PolySilicon thickness = 1000<nm>

mask name = gate segments = {0 0.5 } negative

photo mask = gate thickness = 1000<nm>

etch PolySilicon etchstop = oxide type = anisotropic rate = 100

strip Photoresist

Ответ: Осаждение слоя поликремния толщиной 1000 нм

Задание негативной маски с именем gate с координатами сегмента 0 мкм 0.5 мкм

Нанесение маски с именем gate толщиной фоторезиста 1000 нм

Анизотропное травление поликремния со скоростью 100 нм/мин до границы с окислом

Удаление фоторезиста

ЗАДАНИЕ 6. Опишите последовательность технологических операций, описанных в командном файле программного модуля SProcess:

contact x =–0.5 y =–0.675 point name = "gate" PolySilicon

contact x = –0.3 y = –2.675 point name = "source" Aluminum

contact x = –0.3 y =+2.675 point name = "drain" Aluminum

Ответ: Описание поликремниевого контакта с именем gate для области, в которой расположена точка с координатами x =–0.5 мкм и y =–0.675 мкм
Описание алюминиевого контакта с именем source для области, в которой расположена точка с координатами x =–0.3 мкм и y =–2.675 мкм
Описание алюминиевого контакта с именем drain для области, в которой расположена точка с координатами x =–0.3 мкм и y =+2.675 мкм

ЗАДАНИЕ 7. Каково назначение и значение параметра AreaFactor в блоке Physics командного файла программного модуля SDevice:

```
Physics { AreaFactor  = 1e3    EffectiveIntrinsicDensity(Slotboom)
          Mobility(DopingDependence
        HighFieldSaturation(GradQuasiFermi)
          NormalElectricField)
          Recombination(SRH(DopingDependence)
       Band2Band Auger Avalanche)
       Temperature   = 300 }
```

Ответ: AreaFactor задает толщину двухмерной структуры, преобразуя её в трёхмерную, толщиной 1000 мкм

ЗАДАНИЕ 8. Каково назначение параметра EffectiveIntrinsicDensity(Slotboom) в блоке Physics командного файла программного модуля SDevice:

```
Physics { AreaFactor  = 1e3    EffectiveIntrinsicDensity(Slotboom)
          Mobility(DopingDependence
        HighFieldSaturation(GradQuasiFermi)
          NormalElectricField)
          Recombination(SRH(DopingDependence)
       Band2Band Auger Avalanche)
       Temperature   = 300 }
```

Ответ: Параметр EffectiveIntrinsicDensity(Slotboom) позволяет включить модель сужения ширины запрещенной зоны от концентрации примесей

ЗАДАНИЕ 9. Каково назначение аргументов параметра Mobility в блоке Physics командного файла программного модуля SDevice:

```
Physics { AreaFactor  = 1e3    EffectiveIntrinsicDensity(Slotboom)
          Mobility(DopingDependence
        HighFieldSaturation(GradQuasiFermi)
          NormalElectricField)
          Recombination(SRH(DopingDependence)
       Band2Band Auger Avalanche)
       Temperature   = 300 }
```

Ответ: Параметр Mobility служит для задания моделей, учитывающих изменение подвижности носителей заряда под действием следующих факторов: DopingDependence – зависимость от концентрации примесей; HighFieldSaturation(GradQuasiFermi) – насыщение дрейфовой скорости носителей заряда в сильном электрическом поле; NormalElectricField – влияние нормального к поверхности подложки электрического поля

ЗАДАНИЕ 10. Каково назначение аргументов параметра Recombination в блоке Physics командного файла программного модуля SDevice:

```
Physics { AreaFactor  = 1e3    EffectiveIntrinsicDensity(Slotboom)
          Mobility(DopingDependence
                    HighFieldSaturation(GradQuasiFermi)
                   NormalElectricField)
          Recombination(SRH(DopingDependence)
                              Band2Band Auger Avalanche)
       Temperature   = 300 }
```

Ответ: Параметр Recombination служит для задания моделей, учитывающих процессы генерации-рекомбинации носителей заряда: SRH(DopingDependence) – рекомбинация носителей заряда по модели Шокли-Рида-Холла с учетом зависимости от концентрации примесей; Band2Band – генерация носителей заряда путем туннельного перехода зона-зона; Auger – Оже-рекомбинация; Avalanche – лавинная генерация (или ударная генерация) электронно-дырочных пар

ЗАДАНИЕ 11. Какие концентрационные характеристики будут рассчитаны в блоке Plot командного файла программного модуля SDevice:

Plot{ AcceptorConcentration DonorConcentration DopingConcentration
TotalConcentration eDensity hDensity eMobility hMobility
BuiltinPotential ElectricField ElectrostaticPotential SpaceCharge
SRHRecombination TotalRecombination eCurrentDensity
hCurrentDensity TotalCurrentDensity eDriftVelocity hDriftVelocity
eGradQuasiFermi/Vector hGradQuasiFermi/Vector
eQuasiFermiPotential hQuasiFermiPotential AvalancheGeneration}?

Ответ: AcceptorConcentration –концентрация акцепторных примесей; DonorConcentration – концентрация донорных примесей; DopingConcentration – разность

TotalConcentration Параметр Recombination служит для задания моделей, учитывающих процессы генерации-рекомбинации носителей заряда: SRH(DopingDependence) – рекомбинация носителей заряда по модели Шокли-Рида-Холла с учетом зависимости от концентрации примесей; Band2Band – генерация носителей заряда путем туннельного перехода зона-зона; Auger – Оже-рекомбинация; Avalanche – лавинная генерация (или ударная генерация) электронно-дырочных пар

ЗАДАНИЕ 12. Составить фрагмент командного файла программного модуля Sprocess для выполнения следующей последовательности технологических операций:

- исходная подложка марки КЭФ0,2 с ориентацией (110);
- окисление в сухом кислороде в течение 45 минут при температуре 1200 °С;
- нормальная имплантация ионов бора с энергией 100 кэВ и дозой 100 мкКл/см2.

Ответ:

init field=Phosphorus Silicon resistivity=0.2 wafer.orient=110
diffuse temperature = 1200 time = 45 O2

ЗАДАНИЕ 13. Составить фрагмент командного файла программного модуля Sprocess для выполнения следующей последовательности технологических операций:

- исходная подложка марки КЭФ0,2 с ориентацией (100);
- нанесение окисла толщиной 0.1 мкм;
- имплантация ионов бора с энергией 100 кэВ и дозой $6.25 \cdot 10^{14}$ $см^{-2}$.

Ответ:

init field=Phosphorus Silicon resistivity=0.2 wafer.orient=100
deposit oxide thickness = 0.1
implant Boron dose = 6.25e+14energy = 100

ЗАДАНИЕ 14. Составить фрагмент командного файла программного модуля Sprocess для выполнения следующей последовательности технологических операций:

- нанесение слоя поликремния толщиной 1 мкм;
- нанесение ранее созданной маски с именем gate с толщиной фоторезиста 1 мкм;

- анизотропное травление поликремния со скоростью 100 нм/мин до границы с окислом;
- удаление фоторезиста.

Ответ:
deposit PolySilicon thickness = 1
photo mask = gate thickness = 1
etch PolySilicon etchstop = oxide type = anisotropic rate = 100
strip Photoresist

ЗАДАНИЕ 15. Составить фрагмент командного файла программного модуля Sprocess для выполнения следующей последовательности технологических операций:
- имплантация ионов фосфора с энергией 50 кэВ и дозой $6.25 \cdot 10^{14}$ $см^{-2}$.
- диффузия в сухом кислороде в течение 3 минут при температуре 1000 °С;

Ответ:
implant Phosphorus dose = 6.25·1e14 energy = 50
diffuse temperature = 1000 time = 3 O2

ПК-1 Готов формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач

Период окончания формирования компетенции: 4 семестр

Перечень дисциплин (модулей), практик, участвующих в формировании компетенции:

– Дисциплины (модули) (блок 1):
  - ✓ Б1.В.03 Диагностика и компьютерное моделирование полупроводниковых микро- и наноструктур;
  - ✓ Б1.В.ДВ.02.01 Основы микро- и наносистемной техники

– Практика (блок 2):
  - ✓ Б2.В.01(У) Учебная практика по получению первичных навыков научно-исследовательской работы;
  - ✓ Б2.В.03(Н) Производственная практика, научно-исследовательская работа;
  - ✓ Б2.В.04(Н) Производственная практика, научно-исследовательская работа;
  - ✓ Б2.В.06(П) Производственная практика, преддипломная.

– Дисциплины (модули) (блок 3):
  Б3.01(Д) Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (4 семестр)

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:
1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Какая арифметическая операция может привести к катастрофической потере точности?

а) сложение двух близких чисел одного знака
б) вычитание двух близких чисел одного знака
в) умножение двух близких чисел одного знака
г) деление двух близких чисел одного знака

ЗАДАНИЕ 2. Каков квантово-механический смысл первого боровского радиуса?

а) наиболее вероятное расстояние электрона до ядра в основном состоянии атома водорода

б) среднее расстояние электрона до ядра в основном состоянии атома водорода

в) радиус окружности, по которой электрон вращается вокруг ядра

г) наибольшее расстояние электрона до ядра в основном состоянии атома водорода

ЗАДАНИЕ 3. Какие переходы запрещены дипольными правилами отбора? (Укажите все ответы)

а) $4f \rightarrow 3d$ б) $2p \rightarrow 3d$ **в) $4d \rightarrow 3s$** г) $4s \rightarrow 2p$

ЗАДАНИЕ 4. Электрон в атоме находится в *d*-состоянии. Чему равно максимальное значение проекции орбитального момента импульса на направление внешнего магнитного поля?

а) $4\hbar$ б) $3\hbar$ **в) $2\hbar$** г) $5\hbar/2$

ЗАДАНИЕ 5. Чему равен модуль орбитального магнитного момента электрона в основном состоянии атома водорода?

а) 0 б) $\hbar$ в) $\hbar\sqrt{3}$ г) $\frac{e\hbar}{2m_e}$

ЗАДАНИЕ 6. Чему равен модуль собственного момента импульса электрона?

а) 0 б) $\hbar$ в) $\hbar\sqrt{3}$ **г) $\hbar\frac{\sqrt{3}}{2}$**

ЗАДАНИЕ 7. Какие из обозначений **не** соответствуют возможным состояниям электрона в атоме? (Укажите все ответы)

а) $2p_{1/2}$ **б) $4d_{1/2}$** в) $3s_{1/2}$ **г) $5f_{3/2}$**

ЗАДАНИЕ 8. Какие состояния не испытывают спин-орбитального расщепления энергетических уровней?

а) $2p$ б) $3d$ **в) $4s$**

г) Все эти состояния расщепляются вследствие спин-орбитального взаимодействия

ЗАДАНИЕ 9. Сколько электронов может находиться в $4d$- состоянии?

а) от 0 до 10 б) от 0 до 5 в) от 1 до 6 г) от 1 до 14

ЗАДАНИЕ 10. Какова электронная конфигурация атома хлора? (Атом хлора имеет 17 электронов)

а) $1s^2 2p^6 3d^9$ б) $1s^2 2p^8 3d^7$ **в). $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$** г) $1s^2 2s^2 2p^4 3s^2 3p^4 3d^3$

ЗАДАНИЕ 11. В соответствии с принципом Паули волновая функция системы электронов должна быть:

а) симметричной б) антисимметричной в). вещественной г) осциллирующей

ЗАДАНИЕ 12. Какие функции используются в качестве базисных в методе плоских волн?

а) $\frac{1}{\sqrt{\Omega_{WS}}} e^{i\vec{k}_\mu \vec{r}}$ б) $\frac{1}{2\pi}\sin \vec{k}\vec{r}$ в) $\sqrt{\frac{2}{\ell}}\sin(\frac{\pi n x}{\ell})$ г) $\frac{1}{\sqrt{\pi a^3}} e^{-\frac{r}{a}}$

ЗАДАНИЕ 13. Сколько типов двумерных решеток Браве вам известно?

а) 5 б) 7 в) 12 г) 14

ЗАДАНИЕ 14. Какие из однослойных углеродных нанотрубок относятся к структурному типу «armchair»? (Укажите все ответы)

а) (9,3) б) (9,0) **в) (9,9)** **г) (6,6)**

ЗАДАНИЕ 15. Какие из однослойных углеродных нанотрубок относятся к структурному типу «zigzag»? (Укажите все ответы)

а) (9,3) **б) (9,0)** в) (9,9) г) (6,6)

2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

3) открытые задания (мини-кейсы, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Перечислите причины, которыми обусловлено наличие погрешности в решении, получаемом с помощью вычислительного эксперимента?

ЗАДАНИЕ 2. Приведите пример численно неустойчивой вычислительной задачи.

ЗАДАНИЕ 3. Записать уравнение Шрёдингера для системы, состоящей из *n* электронов и *N* атомных ядер. Описать идею приближения Борна-Оппенгеймера.

ЗАДАНИЕ 4. Записать уравнение Шрёдингера для системы, состоящей из *n* электронов, находящихся в поле неподвижных ядер. Описать идею метода самосогласованного поля.

ЗАДАНИЕ 5. Записать антисимметричную волновую функцию для системы из *n* электронов. Доказать, что она удовлетворяет принципу Паули.

ЗАДАНИЕ 6. Записать уравнения Хартри-Фока. В чем заключается их отличие от уравнений Хартри?

ЗАДАНИЕ 7. Описать идею теории функционала плотности. На каких теоремах базируется эта теория?

ЗАДАНИЕ 8. Сформулировать теорему Блоха для электронов в кристалле.

ЗАДАНИЕ 9. Доказать, что для любого волнового вектора всегда найдётся ему эквивалентный вектор, лежащий в пределах первой зоны Бриллюэна.

ЗАДАНИЕ 10. Опишите идею вариационного метода Ритца для решения одноэлектронного уравнения Шрёдингера в кристалле.

ЗАДАНИЕ 11. Составить входной файл для расчета электронной плотности и кулоновского потенциала нанопленки с помощью программного комплекса FilmAll.

ЗАДАНИЕ 12. Составить входной файл для расчета электронной зонной структуры нанопленки с помощью программного комплекса FilmAll.

ЗАДАНИЕ 13. Составить входной файл для расчета плотности состояний в нанопленке с помощью программного комплекса FilmAll.

ЗАДАНИЕ 14. Составить входной файл для расчета электронной плотности и кулоновского потенциала нанотрубки с помощью программного комплекса TubeAll.

ЗАДАНИЕ 15. Составить входной файл для расчета электронной зонной структуры нанотрубки с помощью программного комплекса TubeAll.

ПК-2 Способен делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения

- Дисциплины (модули) (блок 1):
  - ✓ Б1.В.03 Диагностика и компьютерное моделирование полупроводниковых микро- и наноструктур;
  - ✓ Б1.О.03 Научно-исследовательская и проектно-конструкторская документация

- Практика (блок 2):
  - ✓ Б2.В.01(У) Учебная практика по получению первичных навыков научно-исследовательской работы;
  - ✓ Б2.В.03(Н) Производственная практика, научно-исследовательская работа;
  - ✓ Б2.В.04(Н) Производственная практика, научно-исследовательская работа;
  - ✓ Б2.В.06(П) Производственная практика, преддипломная.

- Дисциплины (модули) (блок 3):

Б3.01(Д) Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (4 семестр)

Период окончания формирования компетенции: 4 семестр

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Какая арифметическая операция может привести к катастрофической потере точности?

а) сложение двух близких чисел одного знака
б) вычитание двух близких чисел одного знака
в) умножение двух близких чисел одного знака
г) деление двух близких чисел одного знака

ЗАДАНИЕ 2. Каков квантово-механический смысл первого боровского радиуса?

а) наиболее вероятное расстояние электрона до ядра в основном состоянии атома водорода
б) среднее расстояние электрона до ядра в основном состоянии атома водорода
в) радиус окружности, по которой электрон вращается вокруг ядра
г) наибольшее расстояние электрона до ядра в основном состоянии атома водорода

ЗАДАНИЕ 3. Какие переходы запрещены дипольными правилами отбора? (Укажите все ответы)

а) $4f \rightarrow 3d$ б) $2p \rightarrow 3d$ **в) $4d \rightarrow 3s$** г) $4s \rightarrow 2p$

ЗАДАНИЕ 4. Электрон в атоме находится в *d*-состоянии. Чему равно максимальное значение проекции орбитального момента импульса на направление внешнего магнитного поля?

а) $4\hbar$ б) $3\hbar$ **в) $2\hbar$** г) $5\hbar/2$

ЗАДАНИЕ 5. Чему равен модуль орбитального магнитного момента электрона в основном состоянии атома водорода?

а) 0 б) $\hbar$ в) $\hbar\sqrt{3}$ г) $\frac{e\hbar}{2m_e}$

ЗАДАНИЕ 6. Чему равен модуль собственного момента импульса электрона?

а) 0 б) $\hbar$ в) $\hbar\sqrt{3}$ **г) $\hbar\frac{\sqrt{3}}{2}$**

ЗАДАНИЕ 7. Какие из обозначений **не** соответствуют возможным состояниям электрона в атоме? (Укажите все ответы)

а) $2p_{1/2}$ **б) $4d_{1/2}$** в) $3s_{1/2}$ **г) $5f_{3/2}$**

ЗАДАНИЕ 8. Какие состояния не испытывают спин-орбитального расщепления энергетических уровней?

а) 2*p* б) 3*d* **в) 4*s***

г) Все эти состояния расщепляются вследствие спин-орбитального взаимодействия

ЗАДАНИЕ 9. Сколько электронов может находиться в 4*d*- состоянии?

а) от 0 до 10 б) от 0 до 5 в) от 1 до 6 г) от 1 до 14

ЗАДАНИЕ 10. Какова электронная конфигурация атома хлора? (Атом хлора имеет 17 электронов)

а) $1s^2 2p^6 3d^9$ б) $1s^2 2p^8 3d^7$ **в). $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$** г) $1s^2 2s^2 2p^4 3s^2 3p^4 3d^3$

ЗАДАНИЕ 11. В соответствии с принципом Паули волновая функция системы электронов должна быть:

а) симметричной б) антисимметричной в). вещественной г) осциллирующей

ЗАДАНИЕ 12. Какие функции используются в качестве базисных в методе плоских волн?

а) $\frac{1}{\sqrt{\Omega_{WS}}} e^{i\vec{k}_\mu \vec{r}}$ б) $\frac{1}{2\pi}\sin \vec{k}\vec{r}$ в) $\sqrt{\frac{2}{\ell}}\sin(\frac{\pi n x}{\ell})$ г) $\frac{1}{\sqrt{\pi a^3}} e^{-\frac{r}{a}}$

ЗАДАНИЕ 13. Сколько типов двумерных решеток Браве вам известно?

а) 5 б) 7 в) 12 г) 14

ЗАДАНИЕ 14. Какие из однослойных углеродных нанотрубок относятся к структурному типу «armchair»? (Укажите <u>все</u> ответы)

а) (9,3) б) (9,0) **в) (9,9)** **г) (6,6)**

ЗАДАНИЕ 15. Какие из однослойных углеродных нанотрубок относятся к структурному типу «zigzag»? (Укажите <u>все</u> ответы)

а) (9,3) **б) (9,0)** в) (9,9) г) (6,6)

2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

3) открытые задания (мини-кейсы, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Перечислите причины, которыми обусловлено наличие погрешности в решении, получаемом с помощью вычислительного эксперимента?

ЗАДАНИЕ 2. Приведите пример численно неустойчивой вычислительной задачи.

ЗАДАНИЕ 3. Записать уравнение Шрёдингера для системы, состоящей из *n* электронов и *N* атомных ядер. Описать идею приближения Борна-Оппенгеймера.

ЗАДАНИЕ 4. Записать уравнение Шрёдингера для системы, состоящей из *n* электронов, находящихся в поле неподвижных ядер. Описать идею метода самосогласованного поля.

ЗАДАНИЕ 5. Записать антисимметричную волновую функцию для системы из *n* электронов. Доказать, что она удовлетворяет принципу Паули.

ЗАДАНИЕ 6. Записать уравнения Хартри-Фока. В чем заключается их отличие от уравнений Хартри?

ЗАДАНИЕ 7. Описать идею теории функционала плотности. На каких теоремах базируется эта теория?

ЗАДАНИЕ 8. Сформулировать теорему Блоха для электронов в кристалле.

ЗАДАНИЕ 9. Доказать, что для любого волнового вектора всегда найдётся ему эквивалентный вектор, лежащий в пределах первой зоны Бриллюэна.

ЗАДАНИЕ 10. Опишите идею вариационного метода Ритца для решения одноэлектронного уравнения Шрёдингера в кристалле.

ЗАДАНИЕ 11. Составить входной файл для расчета электронной плотности и кулоновского потенциала нанопленки с помощью программного комплекса FilmAll.

ЗАДАНИЕ 12. Составить входной файл для расчета электронной зонной структуры нанопленки с помощью программного комплекса FilmAll.

ЗАДАНИЕ 13. Составить входной файл для расчета плотности состояний в нанопленке с помощью программного комплекса FilmAll.

ЗАДАНИЕ 14. Составить входной файл для расчета электронной плотности и кулоновского потенциала нанотрубки с помощью программного комплекса TubeAll.

ЗАДАНИЕ 15. Составить входной файл для расчета электронной зонной структуры нанотрубки с помощью программного комплекса TubeAll.

ПК-3 Способен анализировать состояние научно-технической проблемы путём подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников

Период окончания формирования компетенции: 4 семестр

Перечень дисциплин (модулей), практик, участвующих в формировании компетенции:

- Дисциплины (модули) (блок 1):
  - ✓ Б1.В.01 Проектирование цифровых устройств на Verilog;
  - ✓ Б1.В.05 Проектирование систем на кристалле

- Практика (блок 2):
  - ✓ Б2.В.02(У) Учебная практика , проектно-конструкторская;
  - ✓ Б2.В.05(Н) Производственная практика, проектно-конструкторская

- Дисциплины (модули) (блок 3):

Б3.01(Д) Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (4 семестр)

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. При помощи какого оператора языка Verilog можно изменять значение сигнала типа wire?
Варианты ответа:
A) assign
B) always
C) initial
D) case
E) while

ЗАДАНИЕ 2. Какие из операторов языка Verilog являются параллельными?
Варианты ответа:
A) assign
B) always
C) case
D) if
E) for

ЗАДАНИЕ 3. Какие операторы языка Verilog являются последовательными?
Варианты ответа:
A) case
B) for
C) always
D) assign
E) initial

ЗАДАНИЕ 4. Какая языковая конструкция Verilog не является синтезабельной?
Варианты ответа:
A) always #(5) a=~b;
B) assign a=~b;
C) always @(negedge b) a<=~c;
D) assign a=(b<c)?0:1;
E) assign a=(b>c)?1'b1:1'bz;

ЗАДАНИЕ 5. Какое утверждение относительно портов модуля тестбенча является верным?
Варианты ответа:
A) модуль тестбенча не содержит портов
B) в модуле тестбенча не должно быть входов, но должны быть выходы
C) в модуле тестбенча не должно быть выходов, но должны быть входы
D) модуль тестбенча должен иметь и входы, и выходы
E) модуль тестбенча должен иметь только двунаправленные порты

ЗАДАНИЕ 6. Найдите неверное утверждение про оператор initial.
Варианты ответа:
A) оператор initial должен располагаться перед операторами assign и always
B) оператор initial используется при написании тестбенчей
C) оператор initial относится к параллельным операторам
D) оператор initial запускается на выполнение один раз
E) внутри оператора initial можно настроить сохранение результатов и продолжительность моделирования

ЗАДАНИЕ 7. Выберите, какому элементу соответствует следующий код на языке Verilog:
```
module nemo(a,b,c);
  input a,b;
  output reg c;
  always @(negedge a) c<=b;
endmodule
```

Варианты ответа:
A) D-триггер, тактируемый по заднему фронту
B) D-триггер, тактируемый по переднему фронту
C) мультплексор
D) сдвиговый регистр
E) двунаправленный буфер

ЗАДАНИЕ 8. Выберите, какому элементу соответствует следующий код на языке Verilog:
```
module nemo (a, b, c);
  input a, b;
  output c;
  assign c =a ? b : 1'bz;
endmodule
```

Варианты ответа:
A) буфер с z-состоянием
B) компаратор
C) RS-триггер
D) мультиплексор
E) приоритетный шифратор

ЗАДАНИЕ 9. Выберите, какому элементу соответствует следующий код на языке Verilog:
```
module nemo (a, b, c);
  input [1:0] a;
```

```
  input [3:0] b;
  output c;
  reg d;
  always @(a)
  begin
    case (a)
      2'b00 : d<=b[0];
      2'b01 : d<=b[1];
      2'b10 : d<=b[2];
      2'b11 : d<=b[3];
    endcase
  end
  assign c = d;
endmodule
```

Варианты ответа:
A) мультиплексор
B) триггер
C) сдвиговый регистр
D) компаратор
E) тождественность

ЗАДАНИЕ 10. Выберите, какому элементу соответствует следующий код на языке Verilog:

```
module nemo (a, b, c);
  input a, b;
  output [7:0] c;
  reg  [7:0] d;
  always @ (posedge a) d<={d[6:0],b};
  assign c=d;
endmodule
```

Варианты ответа:
A) сдвиговый регистр
B) JK-триггер
C) двунаправленный порт
D) мультиплексор
E) шифратор

ЗАДАНИЕ 11. Какие из нижеперечисленных описаний портов не могут быть правильными или достаточно полными (сигналы a, b имеют тип wire)?
Варианты ответа:
A) module nemo(input a, output b);
B) module nemo(a, b);
       input a;
       output b;
C) module nemo(a, b);
      wire a;
      wire b;
D) module nemo(input wire a, output wire b);
E) module nemo(a, b);

ЗАДАНИЕ 12. Какое из приведенных описаний на языке VHDL-AMS задает переменную-напряжение?
Варианты ответа:
A) quantity V across PLUS to MINUS;
B) quantity V through PLUS to MINUS;
C) quantity V : real;
D) signal V : real;
E) terminal V : electrical;

ЗАДАНИЕ 13. Какое из приведенных описаний на языке VHDL-AMS задает переменную-ток?
Варианты ответа:
A) quantity I through PLUS to MINUS;
B) quantity I across PLUS to MINUS;
C) quantity I : real;
D) variable I : real;
E) terminal I : electrical;

ЗАДАНИЕ 14. Какое из приведенных описаний на языке VHDL-AMS задает аналоговую переменную, к которой не применяются законы сохранения консервативных систем?
Варианты ответа:
A) quantity VAL : real;
B) quantity VAL across PLUS to MINUS;
C) quantity VAL through PLUS to MINUS;
D) variable VAL : real;
E) signal VAL : real;

ЗАДАНИЕ 15. Какое из приведенных описаний на языке VHDL-AMS задает контакт для подключения аналоговых переменных?
Варианты ответа:
A) terminal IO : electrical;
B) quantity IO across PLUS to MINUS;
C) quantity IO through PLUS to MINUS;
D) quantity IO : real;
E) signal IO : real;

ЗАДАНИЕ 16. Какой оператор языка VHDL-AMS используется для записи алгебраических и интегро-дифференциальных уравнений?
Варианты ответа:
A) ==
B) <=
C) =>
D) =
E) :=

ЗАДАНИЕ 17. Какой атрибут языка VHDL-AMS используется для записи производной по времени?
Варианты ответа:
A) ‘dot
B) ‘dif

C) ‘diff
D) ‘deriv
E) ‘flux

ЗАДАНИЕ 18. Выберите верное утверждение относительно записи уравнений с помощью языка VHDL-AMS?
Варианты ответа:
A) в языке VHDL-AMS есть атрибут дифференцирования только по времени
B) в языке VHDL-AMS есть атрибуты для расчета как производной по времени, так и для расчета частных пространственных производных
C) в языке VHDL-AMS есть атрибуты для расчета производной только по пространственным переменным
D) в языке VHDL-AMS невозможна запись уравнений в неявной форме
E) в языке VHDL-AMS есть атрибут для расчета криволинейного интеграла

ЗАДАНИЕ 19. С помощью какой конструкции языка VHDL-AMS его аналоговая часть может оказывать влияние на цифровую?
Варианты ответа:
A) оператор условного присваивания значения сигналов selected_signal_assignment в сочетании с атрибутом ‘above
B) оператор условного присваивания значения сигналов selected_signal_assignment в сочетании с атрибутом ‘event
C) оператор записи уравнений simultaneous_if_statement
D) оператор записи уравнений simultaneous_case_statement
E) оператор процесса в сочетании с оператором записи уравнений simple_simultaneous_statement

ЗАДАНИЕ 20. С помощью какой конструкции языка VHDL-AMS его цифровая часть может оказывать влияние на аналоговую?
Варианты ответа:
A) оператор записи уравнений simultaneous_if_statement
B) оператор условного присваивания значения сигналов selected_signal_assignment в сочетании с атрибутом ‘event
C) оператор условного присваивания значения сигналов selected_signal_assignment в сочетании с атрибутом ‘above
D) оператор записи уравнений simple_simultaneous_statement
E) оператор процесса в сочетании с оператором записи уравнений simple_simultaneous_statement

ЗАДАНИЕ 21. Выберите правильную форму записи оператора break для задания начального значения аналоговой переменной C.
Варианты ответа:
A) break C => 0.0;
B) break C == 0.0;
C) break C <= 0.0;
D) break C = 0.0;
E) break C := 0.0;

ЗАДАНИЕ 22. Выберите правильную форму записи оператора break для инициализации аналоговых вычислений в точке разрыва при изменении значения цифрового сигнала S.
Варианты ответа:

A) break on S;
B) break S;
C) break when S;
D) break not S;
E) break change S;

ЗАДАНИЕ 23. Выберите правильную форму записи оператора break для инициализации аналоговых вычислений в точке разрыва при выполнении условия, когда аналоговая переменная A превышает величину 0.0.

Варианты ответа:
A) break when A > 0.0;
B) break on A > 0.0;
C) break A > 0.0;
D) break if A > 0.0;
E) break A when above(0.0);

ЗАДАНИЕ 24. Какая функция в языке VHDL-AMS возвращает текущий момент модельного времени?

Варианты ответа:
A) now
B) time
C) ctime
D) presently
E) nowtime

ЗАДАНИЕ 25. Выберите правильную для языка VHDL-AMS форму записи оператора процесса, который запускается на выполнение каждые 10 мс.

Варианты ответа:
A) process
begin
// …
wait for 10 ms;
end process;

B) process (10 ms)
begin
// …
end process;

C) process
begin
// …
wait on 10 ms;
end process;

D) process
begin
// …
wait 10 ms;
end process;

E) process 10 ms
begin
// …
end process;

ЗАДАНИЕ 26. Выберите правильную для языка VHDL-AMS форму записи оператора процесса со списком чувствительности к изменению сигналов a,b.

Варианты ответа:

A) process (a, b)

B) process (on a,b)

C) process on (a, b)

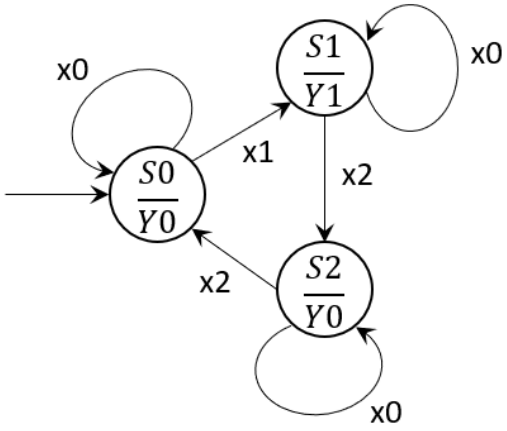
D) process (wait a,b)

E) process wait on a,b

2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

3) открытые задания (мини-кейсы, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Составьте совмещенную таблицу переходов и выходов конечного автомата, соответствующую следующему графу конечного автомата:



Решение:

Заголовочный столбец таблицы должен содержать все входные состояния автомата, а заголовочная строка – все внутренние состояния автомата. На пересечении строк и столбцов должны находиться состояния автомата, в которые он перейдет из текущего состояния (указанного в соответствующей ячейке заголовочной строки) под действием текущего входного состояния (указанного в соответствующей ячейке заголовочного столбца). Вместе с внутренними состояниями автомата указываются соответствующие выходные состояния. Для тех переходов, которым не соответствуют ребра графов, указываются прочерки.

Ответ:

X\S	S0	S1	S2
X0	S0/Y0	S1/Y1	S2/Y0
X1	S1/Y1	-	-
X2	-	S2/Y0	S0/Y0

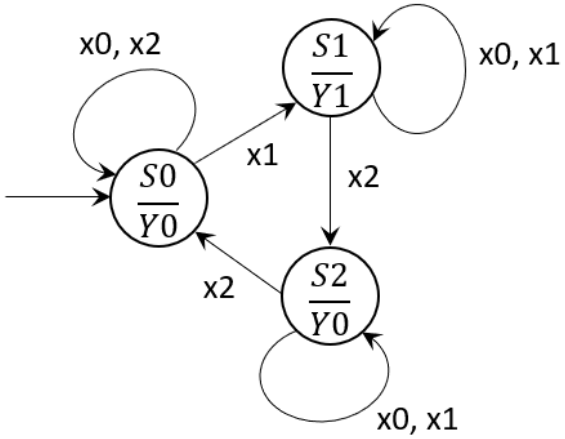
ЗАДАНИЕ 2. Изобразите граф конечного автомата, соответствующий следующей таблице переходов и выходов конечного автомата:

X\S	S0	S1	S2
X0	S0/Y0	S1/Y1	S2/Y0
X1	S1/Y1	S1/Y1	S2/Y0
X2	S0/Y0	S2/Y0	S0/Y0

Решение:

Заголовочный столбец таблицы содержит все входные состояния автомата, а заголовочная строка – все внутренние состояния автомата. На пересечении строк и столбцов находятся состояния автомата, в которые он перейдет из текущего состояния (указанного в соответствующей ячейке заголовочной строки) под действием текущего входного состояния (указанного в соответствующей ячейке заголовочного столбца). Вместе с внутренними состояниями автомата указываются соответствующие выходные состояния. Для тех переходов, которым не соответствуют ребра графов, указываются прочерки.

Ответ:



ЗАДАНИЕ 3. Составьте совмещенную таблицу переходов и выходов конечного автомата, соответствующую следующему описанию на языке Verilog:

```
module FSM (output reg Y0, Y1, input X0, X1, X2, X3, X4, clk, rst_n);
   reg [1:0] state, next;
   always @(posedge clk or negedge rst_n)
     if (!rst_n) state <= 2'b00;
     else state <= next;
   always @*
   begin
     next = 2'bx;
     case (state)
       2'b00: begin
                 if (X0) next = 2'b01;
                 if (X1) next = 2'b00;
                 Y0 = 1'b1;
                 Y1 = 1'b0;
              end
       2'b01: begin
                 if (X3) next = 2'b10;
                 if (X2) next = 2'b01;
```

```
                if (X4) next = 2'b11;
                Y0 = 1'b0;
                Y1 = 1'b1;
              end
      2'b10: begin
                if (X3) next = 2'b11;
                if (X4) next = 2'b10;
                Y0 = 1'b0;
                Y1 = 1'b1;
              end
      2'b11: begin
                if (X1) next = 2'b00;
                if (X0) next = 2'b01;
                Y0 = 1'b1;
                Y1 = 1'b0;
              end
    endcase
  end
endmodule
```

Решение:

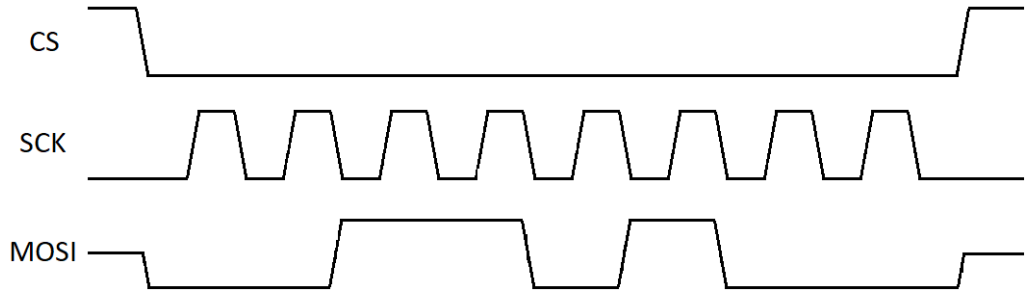
Заголовочный столбец таблицы должен содержать все входные состояния автомата, а заголовочная строка – все внутренние состояния автомата. На пересечении строк и столбцов должны находиться состояния автомата, в которые он перейдет из текущего состояния (указанного в соответствующей ячейке заголовочной строки) под действием текущего входного состояния (указанного в соответствующей ячейке заголовочного столбца). Вместе с внутренними состояниями автомата указываются соответствующие выходные состояния. Для тех переходов, которым не соответствуют ребра графов, указываются прочерки.

Количество внутренних состояний автомата определяется оператором case. В данном случае это 4 состояния. Количество входных и выходных состояний определяется

Ответ:

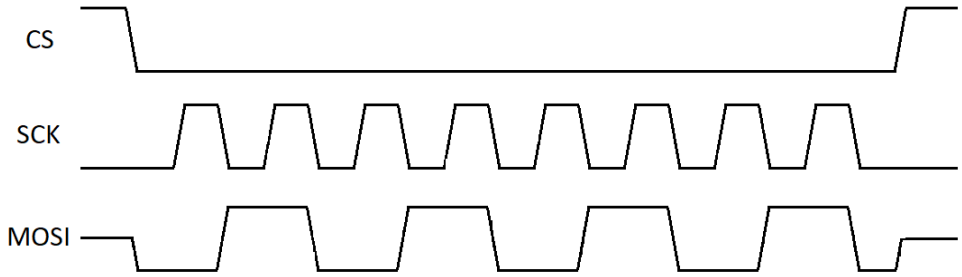
X\S	S0	S1	S2	S3
X0	S1/Y1	-	-	S1/Y1
X1	S0/Y0	-	-	S0/Y0
X2	-	S1/Y1	-	-
X3	-	S2/Y1	S3/Y0	-
X4	-	S3/Y0	S2/Y1	-

ЗАДАНИЕ 4. Передача данных по интерфейсу SPI в режиме Mode0 от ведущего к ведомому имеет следующую спецификацию: первый принимаемый бит игнорируется, второй бит означает порядок передаваемых данных (0 - первым передается старший бит числа, 1 - первым передается младший бит числа), следующие биты - передаваемое число. Передаче какого числа соответствует приведенная временная диаграмма? (ответ указать в десятичном формате)



Решение:
При передаче данных по интерфейсу SPI в режиме Mode0 от ведущего к ведомому необходимо считывать данные сигнала MOSI по переднему фронту сигнала SCK. На приведенной диаграмме передается следующая последовательность бит: 0,0,1,1,0,1,0,0 (слева – первый передаваемый бит). Первый передаваемый бит согласно условию игнорируется. Равенство нулю второго передаваемого бита означает, что в последующих передаваемых битах сначала идет старший бит передаваемого числа. Таким образом, в двоичном виде было передано число 110100_2, что соответствует числу 52_{10} в десятичной системе счисления.
Ответ: 52.

ЗАДАНИЕ 5. Передача данных по интерфейсу SPI в режиме Mode0 от ведущего к ведомому имеет следующую спецификацию: первый принимаемый бит игнорируется, второй бит означает порядок передаваемых данных (0 - первым передается старший бит числа, 1 - первым передается младший бит числа), следующие биты - передаваемое число. Передаче какого числа соответствует приведенная временная диаграмма? (ответ записать в десятичном)



Решение:
При передаче данных по интерфейсу SPI в режиме Mode0 от ведущего к ведомому необходимо считывать данные сигнала MOSI по переднему фронту сигнала SCK. На приведенной диаграмме передается следующая последовательность бит: 0,1,0,1,0,1,0,1 (слева – первый передаваемый бит). Первый передаваемый бит согласно условию игнорируется. Равенство единице второго передаваемого бита означает, что в последующих передаваемых битах сначала идет младший бит передаваемого числа. Таким образом, в двоичном виде было передано число 101010_2, что соответствует числу 42_{10} в десятичной системе счисления.
Ответ: 42.

ЗАДАНИЕ 6. Какая временная диаграмма соответствует следующему коду на языке Verilog?

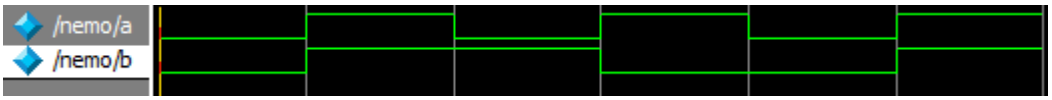
```
`timescale 1ns/1ns
   module nemo();
```

```
    reg a=0;
    reg b=0;
    initial
    begin
      #1 a<=1;
      #1 a<=0;
      #1 a<=1;
      #1 a<=0;
      #1 a<=1;
      #1 $stop;
    end
    always @(posedge a) b<=!b;
  endmodule
```

Решение:

В приведенной Verilog-модели сигнал «a» изменяется в операторе инициализации initial на каждом шаге моделирования, который составляет 1 нс. Изменения производятся 5 раз, после чего моделирование останавливается системной функцией $stop. Начальное значение сигнала «a», задаваемое при объявлении сигнала, равно 0. Сигнал «b» изменяется оператором always по переднему фронту сигнала «a» на инвертированное значение сигнала «a». Начальное значение сигнала «b» равно 0.

Ответ:



ЗАДАНИЕ 7. Какая из временных диаграмм соответствует приведенному коду на Verilog?

```
  `timescale 1ns/1ps
  module nemo();
    reg a=0;
    reg b=0;
    wire c;
    initial
    begin
      #5 $stop;
    end
    always #1 a <= !a;
    always #2 b <= !b;
    assign c = a & b;
  endmodule
```

Решение:

В приведенной Verilog-модели сигнал «a» инвертируется в операторе процесса always через 1 нс, а сигнал «b» - через 2 нс. Начальные значения этих сигналов равны 0. Сигнал «c» изменяется оператором непрерывного присваивания assign и представляет собой результат логической операции «И» над сигналами «a» и «b».

Ответ:

ЗАДАНИЕ 8. Определите количество уравнений, необходимых для реализации следующего описания на языке VHDL-AMS:

```
entity TEST is
   port (terminal PLUS, MINUS : electrical);
end TEST;
architecture TEST_A of TEST is
  quantity V across I1, I2 through PLUS to MINUS;
  quantity Q : real;
  …
```

Решение:

Общее количество уравнений равно суммарному количеству переменных quantity, переменных quantity вида through (переменных-токов), а также портов, имеющих тип quantity и направленность типа out. В данной модели имеем одну переменную quantity Q и две переменные through (I1 и I2). Порты типа quantity в модели отсутствуют. Соответственно, количество уравнений должно быть равно трем.

Ответ: 3

ЗАДАНИЕ 9. Определите количество уравнений, необходимых для реализации следующего описания на языке VHDL-AMS:

```
entity TEST is
   port( signal S : in bit; terminal PLUS, MINUS : electrical);
end TEST;
architecture TEST_A of TEST is
  quantity V across I1 through PLUS to MINUS;
  …
```

Решение:

Общее количество уравнений равно суммарному количеству переменных quantity, переменных quantity вида through (переменных-токов), а также портов, имеющих тип quantity и направленность типа out. В данной модели имеем одну переменную through (I1). Порты типа quantity в модели отсутствуют. Соответственно, количество уравнений должно быть равно одному.

Ответ: 1

ЗАДАНИЕ 10. Определите количество уравнений, необходимых для реализации следующего описания на языке VHDL-AMS:

```
entity TEST is
  port (quantity A : in real; quantity B : out real);
end TEST;
architecture TEST_A of TEST is
 quantity C : real;
…
```

Решение:

Общее количество уравнений равно суммарному количеству переменных quantity, переменных quantity вида through (переменных-токов), а также портов, имеющих тип quantity и направленность типа out. В данной модели имеем одну переменную quantity (C), а также один выходной порт типа quantity (B). Соответственно, количество уравнений должно быть равно двум.

Ответ: 2

ЗАДАНИЕ 11. Определите количество уравнений, необходимых для реализации следующего описания на языке VHDL-AMS:

```
entity TEST is
   port (quantity A : in real; quantity B : out real);
end TEST;
architecture TEST_A of TEST is
  terminal PLUS, MINUS : electrical
  quantity V across I1, I2 through PLUS to MINUS;
  quantity C : real;
…
```

Решение:

Общее количество уравнений равно суммарному количеству переменных quantity, переменных quantity вида through (переменных-токов), а также портов, имеющих тип quantity и направленность типа out. В данной модели имеем две переменных-тока (I1, I2), одну переменную quantity (C), а также один выходной порт типа quantity (B). Соответственно, количество уравнений должно быть равно четырем.

Ответ: 4

ЗАДАНИЕ 12. Определите количество уравнений, необходимых для реализации следующего описания на языке VHDL-AMS:

```
entity ELEMENT is
   generic (VTH: real);
   port (terminal AIN, REF: electrical; signal DOUT: out boolean);
end ELEMENT;
architecture ELEMENT_A of ELEMENT is
  quantity VIN across AIN to REF;
begin
   …
```

Решение:

Общее количество уравнений равно суммарному количеству переменных quantity, переменных quantity вида through (переменных-токов), а также портов, имеющих тип quantity и направленность типа out. В данной модели отсутствуют переменные токи, переменные quantity и выходные порты типа quantity. Соответственно, количество уравнений должно быть равно нулю.

Ответ: 0

ЗАДАНИЕ 13. Укажите, в какой форме требуется добавить оператор break к нижеприведенному коду на языке VHDL-AMS?

```
entity SPST is
  port( signal CONTROL : in bit; terminal PLUS, MINUS : electrical);
end SPST;
architecture SPST_A of SPST is
  quantity V across I through PLUS to MINUS;
  begin
    if CONTROL = ‘0’ use I == 0.0; else V == 0.0;
  end use;
end SPST_A;
```

Решение:

Для корректного моделирования требуется указать с помощью оператора break моменты времени, в которых аналоговые переменные терпят разрыв. В данном случае переменные I и V терпят разрыв в момент, когда цифровой сигнал CONTROL изменяет свое значение. Заданию такого условия соответствует форма оператора break со списком чувствительности: break on CONTROL.

Ответ: break on CONTROL;

ЗАДАНИЕ 14. Укажите, в какой форме требуется добавить оператор break к нижеприведенному коду на языке VHDL-AMS для того, чтобы задать начальное значение напряжения на обкладках конденсатора?

```
entity CAP is
   generic (NOMINAL : real := 1.0e-6; V_INIT : real := 0.0 );
   port (terminal PLUS, MINUS : electrical);
end CAP;
architecture CAP_A of CAP is
   quantity V across I through PLUS to MINUS;
begin
   I == NOMINAL*V'dot;
end CAP_A;
```

Решение:

Для задания значений переменных в начальный момент времени используется оператор break в форме без списка чувствительности, т.е. break <имя переменной> => <значение>; В данной задаче переменной является V, которой присваивается значение параметра V_INIT, т.е.: break V => V_INIT;

Ответ: break V => V_INIT;

ЗАДАНИЕ 15. Какой аналого-цифровой элемент реализуется следующим описанием на языке VHDL-AMS?

```
entity ELEMENT is
  generic (VTH: real);
  port (terminal AIN, REF: electrical; signal DOUT: out boolean);
end ELEMENT;
architecture ELEMENT_A of ELEMENT is
 quantity VIN across AIN to REF;
begin
  DOUT <= VIN'above(VTH);
end ELEMENT_A;
```

Решение:

Элемент в качестве входных портов использует аналоговые входы, между которыми задана переменная-напряжение VIN. Выходным сигналом элемента сложит логическая величина, которая принимает значение «логическая единица», когда напряжение между входными портами превышает некоторую величину VTH и значение «логический ноль» в противном случае. Такое поведение соответствует идеальному компаратору.

Ответ: идеальный компаратор

ЗАДАНИЕ 16. Какой цифровой элемент реализуется следующим описанием на языке VHDL-AMS?

```
entity DIG is
   port ( a0, a1 : in bit; b : out bit );
end DIG;
architecture DIG_A of DIG is
begin
        process ( a0, a1 )
        begin
          if ( a0 = '1' ) and ( a1 = '1' )
            then b <= '1';
            else b <= '0';
          end if;
        end process;
end DIG_A;
```

Решение: таблица истинности реализуемого элемента соответствует логическому вентилю «И» с двумя входами, т.е. AND2
Ответ: AND2

ЗАДАНИЕ 17. Какой аналоговый элемент реализуется следующим описанием на языке VHDL-AMS и какие паразитные элементы учитывает данное описание?

```
entity ANALOG is
  generic (G1: real := 1.0e-14; G2: real := 1.0e-7;
           G3: real := 100.0);
  port (terminal T1, T2 : electrical);
end diode;
architecture ANALOG_A of ANALOG is
quantity Q1 across Q2, Q3 through T1 to T2;
quantity Q4 : real;
constant C1 : real := 0.0258;
begin
  Q2 == G1 * (exp((Q1-G3*Q2)/C1) - 1.0);
  Q4 == G2 * Q2;
  Q3 == Q4'dot;
end ANALOG_A;
```

Решение: Аналоговая переменная Q1 описывает напряжение, приложенное к диоду, Q2 – ток через p-n переход, Q3 – емкостной ток диффузионной емкости. Параметры элемента: G1 – ток насыщения; G2 – время жизни неосновных носителей; G3 – сопротивление объема полупроводника.
Ответ: Диод с учетом диффузионной емкости и падения напряжения на объеме полупроводника

ЗАДАНИЕ 18. Какой цифровой элемент реализуется следующим описанием на языке VHDL-AMS?

```
entity DIG is
  port (A1, A2 : IN bit; A3 : OUT bit);
end DIG;
architecture DIG_A of DIG is
begin
  process (A1)
```

```
  begin
   if (A1 = '1')
     then A3 <= A2 after 1 ns;
   end if;
  end process;
end DIG_A;
```

Решение: Вход A1 является тактирующим. По его переднему фронту происходит передача сигнала со входа A1 на выход A3. В остальное время выход A3 сохраняет свое предыдущее состояние. Такое поведение соответствует динамическому D-триггеру (flip-flop)
Ответ: динамический D-триггер

ЗАДАНИЕ 19. Какой аналоговый элемент реализуется следующим описанием на языке VHDL-AMS?

```
entity ANALOG is
  generic (G1 : REAL; G2 : real := 0.0 );
  port (terminal T1,T2 : electrical);
end;
architecture ANALOG_A of ANALOG is
quantity Q1 across Q2 through T1 to T2;
begin
  Q2==G1 * Q1'dot;
 break Q1 => G2;
end ANALOG_A;
```

Решение: Переменная Q1 является напряжением на обкладках идеального конденсатора, Q2 – емкостной ток. Параметр G1 – емкость конденсатора, G2 – напряжение на обкладках в начальный момент времени.
Ответ: идеальный конденсатор

ЗАДАНИЕ 20. В какие моменты времени будет срабатывать оператор break в следующем коде (язык VHDL-AMS)?

```
entity GEN is
   generic (P : real := 1.0E-6);
  port (signal GEN_OUT : out bit);
end GEN;
architecture GEN_A of GEN is
signal TEMP : bit  := ’0’;
begin
   process
   begin
      TEMP <= not TEMP;
      GEN_OUT <= TEMP;
      wait for P;
   end process;
end GEN_A;

entity TB is
end TB;
```

```
architecture TB_A of TB is
  signal C : bit;
  terminal P: electrical;
  quantity V across I through P to GROUND;
begin
  G: entity work.gen(gen_a) generic map (2.0E-6) port map (C);
  If C = '0' use I == 0.0; else V == 0.0; end use;
  break on C;
end TB_A;
```

Решение:

Оператор break будет вызываться при каждом изменении сигнала C, которое задается генератором GEN. Так как при подключении экземпляра генератора в архитектуре TB_A устанавливается период срабатывания генератора 2 мкс, то оператор break будет вызываться каждые 2 мкс, начиная с момента времени t=2 мкс.

Ответ: 2 мкс и далее с периодом 2 мкс.

ЗАДАНИЕ 21. Определите, в какие моменты времени сигнал DOUT будет принимать значение логической единицы для следующего кода на языке VHDL-AMS.

```
entity VSIN is
  generic (A : real := 1.0; F : real := 1000.0);
  port (terminal PLUS, MINUS: electrical);
end VSIN;
architecture VSIN_A of VSIN is
  quantity V across I through PLUS to MINUS;
begin
  V == A * sin(math_2_pi*F*now);
end VSINE_A;
entity TB is
end TB;
architecture TB_A of TB is
  terminal P : electrical;
  quantity V across I through P to GROUND;
  signal DOUT : bit;
begin
  G:entity work.VSIN(VSIN_A) generic map (1.0, 2000.0) port map (P, GROUND);
  I == V / 1000.0;
  DOUT <= '1' when VIN'above(0.0) else '0';
end TB_A;
```

Решение:

Сигнал DOUT будет принимать значение логической единицы, когда генератор синусоидального напряжения VSIN будет генерировать положительное напряжение. Так как период генерируемого сигнала составляет 500 мкс, то положительное напряжение на выходе генератора будет наблюдаться в интервалы времени от 0…250 мкс, 500…750 мкс и т.д.

Ответ: 0…250 мкс и далее, с периодом 500 мкс

ЗАДАНИЕ 22. Для момента модельного времени t=250 мкс определите мгновенную силу тока I, протекающего в системе, которая описывается следующим кодом на языке VHDL-AMS?

```
entity VSIN is
  generic (A : real := 1.0; F : real := 1000.0);
  port (terminal PLUS, MINUS: electrical);
end VSIN;
architecture VSIN_A of VSIN is
  quantity V across I through PLUS to MINUS;
begin
  V == A * sin(math_2_pi*F*now);
end VSINE_A;
entity TB is
end TB;
architecture TB_A of TB is
  terminal P : electrical;
  quantity V across I through P to GROUND;
begin
  G:entity work.VSIN(VSIN_A) generic map (2.0) port map (P, GROUND);
  I == V / 500.0;
end TB_A;
```

Решение:

В указанный момент времени генератор синусоидального напряжения VSIN генерирует максимальное значение напряжение, равное 2 В. Так как ток протекает через резистор номиналом 500 Ом, ток в системе при этом равен 4 мА.

Ответ: 4 мА.

ПК-4 Способен разрабатывать технологические процессы производства материалов и изделий электронной техники

Период окончания формирования компетенции: 4 семестр

Перечень дисциплин (модулей), практик, участвующих в формировании компетенции:

- Дисциплины (модули) (блок 1):
  - ✓ Б1.В.01 Проектирование цифровых устройств на Verilog;
  - ✓ Б1.О.03 Научно-исследовательская и проектно-конструкторская документация
  - ✓ Б1.В.05 Проектирование систем на кристалле

- Практика (блок 2):
  - ✓ Б2.В.01(У) Учебная практика по получению первичных навыков научно-исследовательской работы;
  - ✓ Б2.В.02(У) Учебная практика , проектно-конструкторская;
  - ✓ Б2.В.05(Н) Производственная практика, проектно-конструкторская

- Дисциплины (модули) (блок 3):

Б3.01(Д) Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (4 семестр)

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Какое из приведенных описаний на языке VHDL-AMS задает переменную-напряжение?

Варианты ответа:

A) quantity V across PLUS to MINUS;
B) quantity V through PLUS to MINUS;
C) quantity V : real;
D) signal V : real;
E) terminal V : electrical;

ЗАДАНИЕ 2. Какое из приведенных описаний на языке VHDL-AMS задает переменную-ток?

Варианты ответа:

A) quantity I through PLUS to MINUS;
B) quantity I across PLUS to MINUS;
C) quantity I : real;
D) variable I : real;
E) terminal I : electrical;

ЗАДАНИЕ 3. Какое из приведенных описаний на языке VHDL-AMS задает аналоговую переменную, к которой не применяются законы сохранения консервативных систем?

Варианты ответа:

A) quantity VAL : real;
B) quantity VAL across PLUS to MINUS;
C) quantity VAL through PLUS to MINUS;
D) variable VAL : real;
E) signal VAL : real;

ЗАДАНИЕ 4. Какое из приведенных описаний на языке VHDL-AMS задает контакт для подключения аналоговых переменных?

Варианты ответа:

A) terminal IO : electrical;
B) quantity IO across PLUS to MINUS;
C) quantity IO through PLUS to MINUS;
D) quantity IO : real;
E) signal IO : real;

ЗАДАНИЕ 5. Какой оператор языка VHDL-AMS используется для записи алгебраических и интегро-дифференциальных уравнений?

Варианты ответа:

A) ==
B) <=
C) =>
D) =
E) :=

ЗАДАНИЕ 6. Какой атрибут языка VHDL-AMS используется для записи производной по времени?

Варианты ответа:

A) ‘dot

B) ‘dif
C) ‘diff
D) ‘deriv
E) ‘flux

ЗАДАНИЕ 7. Выберите верное утверждение относительно записи уравнений с помощью языка VHDL-AMS?
Варианты ответа:
A) в языке VHDL-AMS есть атрибут дифференцирования только по времени
B) в языке VHDL-AMS есть атрибуты для расчета как производной по времени, так и для расчета частных пространственных производных
C) в языке VHDL-AMS есть атрибуты для расчета производной только по пространственным переменным
D) в языке VHDL-AMS невозможна запись уравнений в неявной форме
E) в языке VHDL-AMS есть атрибут для расчета криволинейного интеграла

ЗАДАНИЕ 8. С помощью какой конструкции языка VHDL-AMS его аналоговая часть может оказывать влияние на цифровую?
Варианты ответа:
A) оператор условного присваивания значения сигналов selected_signal_assignment в сочетании с атрибутом ‘above
B) оператор условного присваивания значения сигналов selected_signal_assignment в сочетании с атрибутом ‘event
C) оператор записи уравнений simultaneous_if_statement
D) оператор записи уравнений simultaneous_case_statement
E) оператор процесса в сочетании с оператором записи уравнений simple_simultaneous_statement

ЗАДАНИЕ 9. С помощью какой конструкции языка VHDL-AMS его цифровая часть может оказывать влияние на аналоговую?
Варианты ответа:
A) оператор записи уравнений simultaneous_if_statement
B) оператор условного присваивания значения сигналов selected_signal_assignment в сочетании с атрибутом ‘event
C) оператор условного присваивания значения сигналов selected_signal_assignment в сочетании с атрибутом ‘above
D) оператор записи уравнений simple_simultaneous_statement
E) оператор процесса в сочетании с оператором записи уравнений simple_simultaneous_statement

ЗАДАНИЕ 10. Выберите правильную форму записи оператора break для задания начального значения аналоговой переменной C.
Варианты ответа:
A) break C => 0.0;
B) break C == 0.0;
C) break C <= 0.0;
D) break C = 0.0;
E) break C := 0.0;

ЗАДАНИЕ 11. Выберите правильную форму записи оператора break для инициализации аналоговых вычислений в точке разрыва при изменении значения цифрового сигнала S.

Варианты ответа:
A) break on S;
B) break S;
C) break when S;
D) break not S;
E) break change S;

ЗАДАНИЕ 12. Выберите правильную форму записи оператора break для инициализации аналоговых вычислений в точке разрыва при выполнении условия, когда аналоговая переменная A превышает величину 0.0.
Варианты ответа:
A) break when A > 0.0;
B) break on A > 0.0;
C) break A > 0.0;
D) break if A > 0.0;
E) break A when above(0.0);

ЗАДАНИЕ 13. Какая функция в языке VHDL-AMS возвращает текущий момент модельного времени?
Варианты ответа:
A) now
B) time
C) ctime
D) presently
E) nowtime

ЗАДАНИЕ 14. Выберите правильную для языка VHDL-AMS форму записи оператора процесса, который запускается на выполнение каждые 10 мс.
Варианты ответа:

```
A)  process
    begin
       // …
  wait for 10 ms;
end process;
```

```
B) process (10 ms)
    begin
       // …
end process;
```

```
C) process
    begin
       // …
  wait on 10 ms;
end process;
```

```
D) process
    begin
       // …
  wait 10 ms;
end process;
```

```
E) process 10 ms
    begin
       // …
end process;
```

ЗАДАНИЕ 15. Выберите правильную для языка VHDL-AMS форму записи оператора процесса со списком чувствительности к изменению сигналов a,b.

Варианты ответа:

A) process (a, b)

B) process (on a,b)

C) process on (a, b)

D) process (wait a,b)

E) process wait on a,b

2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Определите количество уравнений, необходимых для реализации следующего описания на языке VHDL-AMS:

```
entity TEST is
   port (terminal PLUS, MINUS : electrical);
end TEST;
architecture TEST_A of TEST is
  quantity V across I1, I2 through PLUS to MINUS;
  quantity Q : real;
  …
```

Решение:

Общее количество уравнений равно суммарному количеству переменных quantity, переменных quantity вида through (переменных-токов), а также портов, имеющих тип quantity и направленность типа out. В данной модели имеем одну переменную quantity Q и две переменные through (I1 и I2). Порты типа quantity в модели отсутствуют. Соответственно, количество уравнений должно быть равно трем.

Ответ: 3

ЗАДАНИЕ 2. Определите количество уравнений, необходимых для реализации следующего описания на языке VHDL-AMS:

```
entity TEST is
   port( signal S : in bit; terminal PLUS, MINUS : electrical);
end TEST;
architecture TEST_A of TEST is
  quantity V across I1 through PLUS to MINUS;
  …
```

Решение:

Общее количество уравнений равно суммарному количеству переменных quantity, переменных quantity вида through (переменных-токов), а также портов, имеющих тип quantity и направленность типа out. В данной модели имеем одну переменную through (I1). Порты типа quantity в модели отсутствуют. Соответственно, количество уравнений должно быть равно одному.

Ответ: 1

ЗАДАНИЕ 3. Определите количество уравнений, необходимых для реализации следующего описания на языке VHDL-AMS:

```
entity TEST is
```

```
   port (quantity A : in real; quantity B : out real);
end TEST;
architecture TEST_A of TEST is
  quantity C : real;
…
```

Решение:

Общее количество уравнений равно суммарному количеству переменных quantity, переменных quantity вида through (переменных-токов), а также портов, имеющих тип quantity и направленность типа out. В данной модели имеем одну переменную quantity (C), а также один выходной порт типа quantity (B). Соответственно, количество уравнений должно быть равно двум.

Ответ: 2

ЗАДАНИЕ 4. Определите количество уравнений, необходимых для реализации следующего описания на языке VHDL-AMS:

```
entity TEST is
   port (quantity A : in real; quantity B : out real);
end TEST;
architecture TEST_A of TEST is
  terminal PLUS, MINUS : electrical
  quantity V across I1, I2 through PLUS to MINUS;
  quantity C : real;
…
```

Решение:

Общее количество уравнений равно суммарному количеству переменных quantity, переменных quantity вида through (переменных-токов), а также портов, имеющих тип quantity и направленность типа out. В данной модели имеем две переменных-тока (I1, I2), одну переменную quantity (C), а также один выходной порт типа quantity (B). Соответственно, количество уравнений должно быть равно четырем.

Ответ: 4

ЗАДАНИЕ 5. Определите количество уравнений, необходимых для реализации следующего описания на языке VHDL-AMS:

```
entity ELEMENT is
   generic (VTH: real);
   port (terminal AIN, REF: electrical; signal DOUT: out boolean);
end ELEMENT;
architecture ELEMENT_A of ELEMENT is
  quantity VIN across AIN to REF;
begin
   …
```

Решение:

Общее количество уравнений равно суммарному количеству переменных quantity, переменных quantity вида through (переменных-токов), а также портов, имеющих тип quantity и направленность типа out. В данной модели отсутствуют переменные токи, переменные quantity и выходные порты типа quantity. Соответственно, количество уравнений должно быть равно нулю.

Ответ: 0

3) открытые задания (мини-кейсы, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 6. Укажите, в какой форме требуется добавить оператор break к нижеприведенному коду на языке VHDL-AMS?

```
entity SPST is
  port( signal CONTROL : in bit; terminal PLUS, MINUS : electrical);
end SPST;
architecture SPST_A of SPST is
  quantity V across I through PLUS to MINUS;
  begin
    if CONTROL = ‘0’ use I == 0.0; else V == 0.0;
  end use;
end SPST_A;
```

Решение:

Для корректного моделирования требуется указать с помощью оператора break моменты времени, в которых аналоговые переменные терпят разрыв. В данном случае переменные I и V терпят разрыв в момент, когда цифровой сигнал CONTROL изменяет свое значение. Заданию такого условия соответствует форма оператора break со списком чувствительности: break on CONTROL.

Ответ: break on CONTROL;

ЗАДАНИЕ 7. Укажите, в какой форме требуется добавить оператор break к нижеприведенному коду на языке VHDL-AMS для того, чтобы задать начальное значение напряжения на обкладках конденсатора?

```
entity CAP is
    generic (NOMINAL : real := 1.0e-6; V_INIT : real := 0.0 );
    port (terminal PLUS, MINUS : electrical);
end CAP;
architecture CAP_A of CAP is
    quantity V across I through PLUS to MINUS;
begin
    I == NOMINAL*V’dot;
end CAP_A;
```

Решение:

Для задания значений переменных в начальный момент времени используется оператор break в форме без списка чувствительности, т.е. break <имя переменной> => <значение>; В данной задаче переменной является V, которой присваивается значение параметра V_INIT, т.е.: break V => V_INIT;

Ответ: break V => V_INIT;

ЗАДАНИЕ 8. Какой аналого-цифровой элемент реализуется следующим описанием на языке VHDL-AMS?

```
entity ELEMENT is
   generic (VTH: real);
   port (terminal AIN, REF: electrical; signal DOUT: out boolean);
end ELEMENT;
architecture ELEMENT_A of ELEMENT is
  quantity VIN across AIN to REF;
```

```
begin
  DOUT <= VIN'above(VTH);
end ELEMENT_A;
```

Решение:
Элемент в качестве входных портов использует аналоговые входы, между которыми задана переменная-напряжение VIN. Выходным сигналом элемента сложит логическая величина, которая принимает значение «логическая единица», когда напряжение между входными портами превышает некоторую величину VTH и значение «логический ноль» в противном случае. Такое поведение соответствует идеальному компаратору.
Ответ: идеальный компаратор

ЗАДАНИЕ 9. Какой цифровой элемент реализуется следующим описанием на языке VHDL-AMS?

```
entity DIG is
  port ( a0, a1 : in bit; b : out bit );
end DIG;
architecture DIG_A of DIG is
begin
      process ( a0, a1 )
      begin
        if ( a0 = '1' ) and ( a1 = '1' )
          then b <= '1';
          else b <= '0';
        end if;
      end process;
end DIG_A;
```

Решение: таблица истинности реализуемого элемента соответствует логическому вентилю «И» с двумя входами, т.е. AND2
Ответ: AND2

ЗАДАНИЕ 10. Какой аналоговый элемент реализуется следующим описанием на языке VHDL-AMS и какие паразитные элементы учитывает данное описание?

```
entity ANALOG is
  generic (G1: real := 1.0e-14; G2: real := 1.0e-7;
        G3: real := 100.0);
  port (terminal T1, T2 : electrical);
end diode;
architecture ANALOG_A of ANALOG is
quantity Q1 across Q2, Q3 through T1 to T2;
quantity Q4 : real;
constant C1 : real := 0.0258;
begin
  Q2 == G1 * (exp((Q1-G3*Q2)/C1) - 1.0);
  Q4 == G2 * Q2;
  Q3 == Q4'dot;
end ANALOG_A;
```

Решение: Аналоговая переменная Q1 описывает напряжение, приложенное к диоду, Q2 – ток через p-n переход, Q3 – емкостной ток диффузионной емкости. Параметры элемента: G1 – ток насыщения; G2 – время жизни неосновных носителей; G3 – сопротивление объема полупроводника.
Ответ: Диод с учетом диффузионной емкости и падения напряжения на объеме полупроводника

ЗАДАНИЕ 11. Какой цифровой элемент реализуется следующим описанием на языке VHDL-AMS?

```
entity DIG is
  port (A1, A2 : IN bit; A3 : OUT bit);
end DIG;
architecture DIG_A of DIG is
begin
  process (A1)
  begin
   if (A1 = '1')
     then A3 <= A2 after 1 ns;
   end if;
  end process;
end DIG_A;
```

Решение: Вход A1 является тактирующим. По его переднему фронту происходит передача сигнала со входа A1 на выход A3. В остальное время выход A3 сохраняет свое предыдущее состояние. Такое поведение соответствует динамическому D-триггеру (flip-flop)
Ответ: динамический D-триггер

ЗАДАНИЕ 27. Какой аналоговый элемент реализуется следующим описанием на языке VHDL-AMS?

```
entity ANALOG is
  generic (G1 : REAL; G2 : real := 0.0 );
  port (terminal T1,T2 : electrical);
end;
architecture ANALOG_A of ANALOG is
quantity Q1 across Q2 through T1 to T2;
begin
  Q2==G1 * Q1'dot;
 break Q1 => G2;
end ANALOG_A;
```

Решение: Переменная Q1 является напряжением на обкладках идеального конденсатора, Q2 – емкостной ток. Параметр G1 – емкость конденсатора, G2 – напряжение на обкладках в начальный момент времени.
Ответ: идеальный конденсатор

ЗАДАНИЕ 12. В какие моменты времени будет срабатывать оператор break в следующем коде (язык VHDL-AMS)?

```
entity GEN is
```

```
  generic (P : real := 1.0E-6);
 port (signal GEN_OUT : out bit);
end GEN;
architecture GEN_A of GEN is
signal TEMP : bit  := '0';
begin
  process
  begin
     TEMP <= not TEMP;
     GEN_OUT <= TEMP;
     wait for P;
  end process;
end GEN_A;

entity TB is
end TB;
architecture TB_A of TB is
  signal C : bit;
  terminal P: electrical;
  quantity V across I through P to GROUND;
begin
  G: entity work.gen(gen_a) generic map (2.0E-6) port map (C);
  If C = '0' use I == 0.0; else V == 0.0; end use;
  break on C;
end TB_A;
```

Решение:

Оператор break будет вызываться при каждом изменении сигнала C, которое задается генератором GEN. Так как при подключении экземпляра генератора в архитектуре TB_A устанавливается период срабатывания генератора 2 мкс, то оператор break будет вызываться каждые 2 мкс, начиная с момента времени t=2 мкс.

Ответ: 2 мкс и далее с периодом 2 мкс.

ЗАДАНИЕ 13. Определите, в какие моменты времени сигнал DOUT будет принимать значение логической единицы для следующего кода на языке VHDL-AMS.

```
entity VSIN is
  generic (A : real := 1.0; F : real := 1000.0);
  port (terminal PLUS, MINUS: electrical);
end VSIN;
architecture VSIN_A of VSIN is
  quantity V across I through PLUS to MINUS;
begin
  V == A * sin(math_2_pi*F*now);
end VSINE_A;
entity TB is
end TB;
architecture TB_A of TB is
  terminal P : electrical;
  quantity V across I through P to GROUND;
  signal DOUT : bit;
```

```
begin
  G:entity work.VSIN(VSIN_A) generic map (1.0, 2000.0) port map (P, GROUND);
  I == V / 1000.0;
  DOUT <= ‘1’ when VIN’above(0.0) else ‘0’;
end TB_A;
```

Решение:

Сигнал DOUT будет принимать значение логической единицы, когда генератор синусоидального напряжения VSIN будет генерировать положительное напряжение. Так как период генерируемого сигнала составляет 500 мкс, то положительное напряжение на выходе генератора будет наблюдаться в интервалы времени от 0…250 мкс, 500…750 мкс и т.д.

Ответ: 0…250 мкс и далее, с периодом 500 мкс

ЗАДАНИЕ 14. Для момента модельного времени t=250 мкс определите мгновенную силу тока I, протекающего в системе, которая описывается следующим кодом на языке VHDL-AMS?

```
entity VSIN is
  generic (A : real := 1.0; F : real := 1000.0);
  port (terminal PLUS, MINUS: electrical);
end VSIN;
architecture VSIN_A of VSIN is
  quantity V across I through PLUS to MINUS;
begin
  V == A * sin(math_2_pi*F*now);
end VSINE_A;
entity TB is
end TB;
architecture TB_A of TB is
  terminal P : electrical;
  quantity V across I through P to GROUND;
begin
  G:entity work.VSIN(VSIN_A) generic map (2.0) port map (P, GROUND);
  I == V / 500.0;
end TB_A;
```

Решение:

В указанный момент времени генератор синусоидального напряжения VSIN генерирует максимальное значение напряжение, равное 2 В. Так как ток протекает через резистор номиналом 500 Ом, ток в системе при этом равен 4 мА.

Ответ: 4 мА.

ПК-5 Готов осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени

– Дисциплины (модули) (блок 1):

- ✓ Б1.В.04 Разработка цифровых библиотек стандартных ячеек
- ✓ Б1.В.ДВ.01.01 LabView в автоматизации эксперимента
- ✓ Б1.В.ДВ.02.01 Основы микро- и наносистемной техники

– Практика (блок 2):
  - ✓ Б2.В.01(У) Учебная практика по получению первичных навыков научно-исследовательской работы;
  - ✓ Б2.В.02(У) Учебная практика, проектно-конструкторская;
  - ✓ Б2.В.03(Н) Производственная практика, научно-исследовательская работа;
  - ✓ Б2.В.04(Н) Производственная практика, научно-исследовательская работа;
  - ✓ Б2.В.05(П) Производственная практика, проектно-конструкторская;
  - ✓ Б2.В.06(П) Производственная практика, преддипломная.

– Дисциплины (модули) (блок 3):
  Б3.01(Д) Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (4 семестр)

Период окончания формирования компетенции: 4 семестр

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:
1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

3) открытые задания (мини-кейсы, средний уровень сложности):

ПК-6 Способен разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию

Период окончания формирования компетенции: 4 семестр

Перечень дисциплин (модулей), практик, участвующих в формировании компетенции:
– Дисциплины (модули) (блок 1):
  - ✓ Б1.В.02 Схемы смешанного сигнала (3 семестр);
  - ✓ Б1.В.05 Моделирование и проектирование систем на кристалле (1 семестр);

– Практика (блок 2):
  - ✓ Б2.В.04(Н) Производственная практика, научно-исследовательская работа;
  - ✓ Б2.В.05(П) Производственная практика, проектно-конструкторская.

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:
1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):
ЗАДАНИЕ 1. Какое из приведенных описаний на языке VHDL-AMS задает переменнуюнапряжение?
Варианты ответа:
A) quantity V across PLUS to MINUS;

B) quantity V through PLUS to MINUS;
C) quantity V : real;
D) signal V : real;
E) terminal V : electrical;

ЗАДАНИЕ 2. Какое из приведенных описаний на языке VHDL-AMS задает переменную-ток?
Варианты ответа:
A) quantity I through PLUS to MINUS;
B) quantity I across PLUS to MINUS;
C) quantity I : real;
D) variable I : real;
E) terminal I : electrical;

ЗАДАНИЕ 3. Какое из приведенных описаний на языке VHDL-AMS задает аналоговую переменную, к которой не применяются законы сохранения консервативных систем?
Варианты ответа:
A) quantity VAL : real;
B) quantity VAL across PLUS to MINUS;
C) quantity VAL through PLUS to MINUS;
D) variable VAL : real;
E) signal VAL : real;

ЗАДАНИЕ 4. Какое из приведенных описаний на языке VHDL-AMS задает контакт для подключения аналоговых переменных?
Варианты ответа:
A) terminal IO : electrical;
B) quantity IO across PLUS to MINUS;
C) quantity IO through PLUS to MINUS;
D) quantity IO : real;
E) signal IO : real;

ЗАДАНИЕ 5. Какой оператор языка VHDL-AMS используется для записи алгебраических и интегро-дифференциальных уравнений?
Варианты ответа:
A) ==
B) <=
C) =>
D) =
E) :=

ЗАДАНИЕ 6. Какой атрибут языка VHDL-AMS используется для записи производной по времени?
Варианты ответа:
A) ‘dot
B) ‘dif

C) ‘diff

D) ‘deriv

E) ‘flux

ЗАДАНИЕ 7. Выберите верное утверждение относительно записи уравнений с помощью языка VHDL-AMS?

Варианты ответа:

A) **в языке VHDL-AMS есть атрибут дифференцирования только по времени**

B) в языке VHDL-AMS есть атрибуты для расчета как производной по времени, так и для расчета частных пространственных производных

C) в языке VHDL-AMS есть атрибуты для расчета производной только по пространственным переменным

D) в языке VHDL-AMS невозможна запись уравнений в неявной форме

E) в языке VHDL-AMS есть атрибут для расчета криволинейного интеграла

ЗАДАНИЕ 8. С помощью какой конструкции языка VHDL-AMS его аналоговая часть может оказывать влияние на цифровую?

Варианты ответа:

A) **оператор условного присваивания значения сигналов selected_signal_assignment в сочетании с атрибутом ‘above**

B) оператор условного присваивания значения сигналов selected_signal_assignment в сочетании с атрибутом ‘event

C) оператор записи уравнений simultaneous_if_statement

D) оператор записи уравнений simultaneous_case_statement

E) оператор процесса в сочетании с оператором записи уравнений simple_simultaneous_statement

ЗАДАНИЕ 9. С помощью какой конструкции языка VHDL-AMS его цифровая часть может оказывать влияние на аналоговую?

Варианты ответа:

A) **оператор записи уравнений simultaneous_if_statement**

B) оператор условного присваивания значения сигналов selected_signal_assignment в сочетании с атрибутом ‘event

C) оператор условного присваивания значения сигналов selected_signal_assignment в сочетании с атрибутом ‘above

D) оператор записи уравнений simple_simultaneous_statement

E) оператор процесса в сочетании с оператором записи уравнений simple_simultaneous_statement

ЗАДАНИЕ 10. Выберите правильную форму записи оператора break для задания начального значения аналоговой переменной C.

Варианты ответа:

A) **break C => 0.0;**

B) break C == 0.0;

C) break C <= 0.0;

D) break C = 0.0;

E) break C := 0.0;

ЗАДАНИЕ 11. Выберите правильную форму записи оператора break для инициализации аналоговых вычислений в точке разрыва при изменении значения цифрового сигнала S.

Варианты ответа:

A) break on S;

B) break S;

C) break when S;

D) break not S;

E) break change S;

ЗАДАНИЕ 12. Выберите правильную форму записи оператора break для инициализации аналоговых вычислений в точке разрыва при выполнении условия, когда аналоговая переменная A превышает величину 0.0.

Варианты ответа:

A**) break when A > 0.0;**

B) break on A > 0.0;

C) break A > 0.0;

D) break if A > 0.0;

E) break A when above(0.0);

ЗАДАНИЕ 13. Какая функция в языке VHDL-AMS возвращает текущий момент модельного времени?

Варианты ответа:

A) now

B) time

C) ctime

D) presently

E) nowtime

ЗАДАНИЕ 14. Выберите правильную для языка VHDL-AMS форму записи оператора процесса, который запускается на выполнение каждые 10 мс.

Варианты ответа:

A) process
begin
// …
wait for 10 ms;
end process;

B) process (10 ms)
begin
// …
end process;

C) process
begin
// …
wait on 10 ms;
end process;

D) process

```
    begin
       // …
  wait 10 ms;
end process;
```

E) process 10 ms

```
    begin
       // …
end process;
```

ЗАДАНИЕ 15. Выберите правильную для языка VHDL-AMS форму записи оператора процесса со списком чувствительности к изменению сигналов a,b.

Варианты ответа:

A) **process (a, b)**

B) process (on a,b)

C) process on (a, b)

D) process (wait a,b)

E) process wait on a,b

2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Определите количество уравнений, необходимых для реализации следующего описания на языке VHDL-AMS:

```
entity TEST is
   port (terminal PLUS, MINUS : electrical);
end TEST;
architecture TEST_A of TEST is
  quantity V across I1, I2 through PLUS to MINUS;
  quantity Q : real;
  …
```

Решение:

Общее количество уравнений равно суммарному количеству переменных quantity, переменных quantity вида through (переменных-токов), а также портов, имеющих тип quantity и направленность типа out. В данной модели имеем одну переменную quantity Q и две переменные through (I1 и I2). Порты типа quantity в модели отсутствуют. Соответственно, количество уравнений должно быть равно трем.

Ответ: **3**

ЗАДАНИЕ 2. Определите количество уравнений, необходимых для реализации следующего описания на языке VHDL-AMS:

```
entity TEST is
   port( signal S : in bit; terminal PLUS, MINUS : electrical);
end TEST;
architecture TEST_A of TEST is
  quantity V across I1 through PLUS to MINUS;
  …
```

Решение:

Общее количество уравнений равно суммарному количеству переменных quantity, переменных quantity вида through (переменных-токов), а также портов, имеющих тип quantity и направленность типа out. В данной модели имеем одну переменную through (I1). Порты типа quantity в модели отсутствуют. Соответственно, количество уравнений должно быть равно одному.

Ответ: **1**

ЗАДАНИЕ 3. Определите количество уравнений, необходимых для реализации следующего описания на языке VHDL-AMS:

```
entity TEST is
  port (quantity A : in real; quantity B : out real);
end TEST;
architecture TEST_A of TEST is
 quantity C : real;
…
```

Решение:

Общее количество уравнений равно суммарному количеству переменных quantity, переменных quantity вида through (переменных-токов), а также портов, имеющих тип quantity и направленность типа out. В данной модели имеем одну переменную quantity (C), а также один выходной порт типа quantity (B). Соответственно, количество уравнений должно быть равно двум.

Ответ**: 2**

ЗАДАНИЕ 4. Определите количество уравнений, необходимых для реализации следующего описания на языке VHDL-AMS:

```
entity TEST is
  port (quantity A : in real; quantity B : out real);
end TEST;
architecture TEST_A of TEST is
 terminal PLUS, MINUS : electrical
 quantity V across I1, I2 through PLUS to MINUS;
 quantity C : real;
…
```

Решение:

Общее количество уравнений равно суммарному количеству переменных quantity, переменных quantity вида through (переменных-токов), а также портов, имеющих тип quantity и направленность типа out. В данной модели имеем две переменных-тока (I1, I2), одну переменную quantity (C), а также один выходной порт типа quantity (B). Соответственно, количество уравнений должно быть равно четырем.

Ответ: **4**

ЗАДАНИЕ 5. Определите количество уравнений, необходимых для реализации следующего описания на языке VHDL-AMS:

```
entity ELEMENT is
  generic (VTH: real);
  port (terminal AIN, REF: electrical; signal DOUT: out boolean);
end ELEMENT;
```

```
architecture ELEMENT_A of ELEMENT is
  quantity VIN across AIN to REF;
begin
   …
```

Решение:

Общее количество уравнений равно суммарному количеству переменных quantity, переменных quantity вида through (переменных-токов), а также портов, имеющих тип quantity и направленность типа out. В данной модели отсутствуют переменные токи, переменные quantity и выходные порты типа quantity. Соответственно, количество уравнений должно быть равно нулю.

Ответ: **0**

ЗАДАНИЕ 6. Укажите, в какой форме требуется добавить оператор break к нижеприведенному коду на языке VHDL-AMS?

```
entity SPST is
  port( signal CONTROL : in bit; terminal PLUS, MINUS : electrical);
end SPST;
architecture SPST_A of SPST is
  quantity V across I through PLUS to MINUS;
  begin
    if CONTROL = ‘0’ use I == 0.0; else V == 0.0;
  end use;
end SPST_A;
```

Решение:

Для корректного моделирования требуется указать с помощью оператора break моменты времени, в которых аналоговые переменные терпят разрыв. В данном случае переменные I и V терпят разрыв в момент, когда цифровой сигнал CONTROL изменяет свое значение. Заданию такого условия соответствует форма оператора break со списком чувствительности: break on CONTROL.

Ответ: **break on CONTROL;**

ЗАДАНИЕ 7. Укажите, в какой форме требуется добавить оператор break к нижеприведенному коду на языке VHDL-AMS для того, чтобы задать начальное значение напряжения на обкладках конденсатора?

```
entity CAP is
    generic (NOMINAL : real := 1.0e-6; V_INIT : real := 0.0 );
    port (terminal PLUS, MINUS : electrical);
end CAP;
architecture CAP_A of CAP is
    quantity V across I through PLUS to MINUS;
begin
    I == NOMINAL*V’dot;
end CAP_A;
```

Решение:

Для задания значений переменных в начальный момент времени используется оператор break в форме без списка чувствительности, т.е. break <имя переменной> => <значение>; В данной задаче переменной является V, которой присваивается значение параметра V_INIT, т.е.: break V => V_INIT;
Ответ: **break V => V_INIT;**

ЗАДАНИЕ 8. Какой аналого-цифровой элемент реализуется следующим описанием на языке VHDL-AMS?

```
entity ELEMENT is
  generic (VTH: real);
  port (terminal AIN, REF: electrical; signal DOUT: out boolean);
end ELEMENT;
architecture ELEMENT_A of ELEMENT is
 quantity VIN across AIN to REF;
begin
  DOUT <= VIN'above(VTH);
end ELEMENT_A;
```

Решение:
Элемент в качестве входных портов использует аналоговые входы, между которыми задана переменная-напряжение VIN. Выходным сигналом элемента сложит логическая величина, которая принимает значение «логическая единица», когда напряжение между входными портами превышает некоторую величину VTH и значение «логический ноль» в противном случае. Такое поведение соответствует идеальному компаратору.

Ответ: **идеальный компаратор**

ЗАДАНИЕ 9. В какие моменты времени будет срабатывать оператор break в следующем коде (язык VHDL-AMS)?

```
entity GEN is
  generic (P : real := 1.0E-6);
 port (signal GEN_OUT : out bit);
end GEN;
architecture GEN_A of GEN is
signal TEMP : bit  := '0';
begin
  process
  begin
     TEMP <= not TEMP;
     GEN_OUT <= TEMP;
     wait for P;
  end process;
end GEN_A;
```

```
entity TB is
end TB;
architecture TB_A of TB is
  signal C : bit;
  terminal P: electrical;
  quantity V across I through P to GROUND;
begin
  G: entity work.gen(gen_a) generic map (2.0E-6) port map (C);
  If C = ‘0’ use I == 0.0; else V == 0.0; end use;
  break on C;
end TB_A;
```

Решение:

Оператор break будет вызываться при каждом изменении сигнала C, которое задается генератором GEN. Так как при подключении экземпляра генератора в архитектуре TB_A устанавливается период срабатывания генератора 2 мкс, то оператор break будет вызываться каждые 2 мкс, начиная с момента времени t=2 мкс.

Ответ: **2 мкс и далее с периодом 2 мкс.**

ЗАДАНИЕ 10. Определите, в какие моменты времени сигнал DOUT будет принимать значение логической единицы для следующего кода на языке VHDL-AMS.

```
entity VSIN is
  generic (A : real := 1.0; F : real := 1000.0);
  port (terminal PLUS, MINUS: electrical);
end VSIN;
architecture VSIN_A of VSIN is
  quantity V across I through PLUS to MINUS;
begin
  V == A * sin(math_2_pi*F*now);
end VSINE_A;
entity TB is
end TB;
architecture TB_A of TB is
  terminal P : electrical;
  quantity V across I through P to GROUND;
  signal DOUT : bit;
begin
  G:entity work.VSIN(VSIN_A) generic map (1.0, 2000.0) port map (P, GROUND);
  I == V / 1000.0;
  DOUT <= ‘1’ when VIN’above(0.0) else ‘0’;
end TB_A;
```

Решение:

Сигнал DOUT будет принимать значение логической единицы, когда генератор синусоидального напряжения VSIN будет генерировать положительное напря-

жение. Так как период генерируемого сигнала составляет 500 мкс, то положительное напряжение на выходе генератора будет наблюдаться в интервалы времени от 0…250 мкс, 500…750 мкс и т.д.

Ответ: **0…250 мкс и далее, с периодом 500 мкс**

ЗАДАНИЕ 11. Для момента модельного времени t=250 мкс определите мгновенную силу тока I, протекающего в системе, которая описывается следующим кодом на языке VHDL-AMS?

```
entity VSIN is
  generic (A : real := 1.0; F : real := 1000.0);
  port (terminal PLUS, MINUS: electrical);
end VSIN;
architecture VSIN_A of VSIN is
  quantity V across I through PLUS to MINUS;
begin
  V == A * sin(math_2_pi*F*now);
end VSINE_A;
entity TB is
end TB;
architecture TB_A of TB is
  terminal P : electrical;
  quantity V across I through P to GROUND;
begin
  G:entity work.VSIN(VSIN_A) generic map (2.0) port map (P, GROUND);
  I == V / 500.0;
end TB_A;
```

Решение:

В указанный момент времени генератор синусоидального напряжения VSIN генерирует максимальное значение напряжение, равное 2 В. Так как ток протекает через резистор номиналом 500 Ом, ток в системе при этом равен 4 мА.

Ответ: **4 мА.**

3) ситуационные, практико-ориентированные задачи / мини-кейсы:

4) темы эссе:

ПК-7 Готов определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ

Период окончания формирования компетенции: 4 семестр

Перечень дисциплин (модулей), практик, участвующих в формировании компетенции:

- Дисциплины (модули) (блок 1):
  - ✓ Б1.В.02 Схемы смешанного сигнала (3 семестр);
  - ✓ Б1.В.05 Моделирование и проектирование систем на кристалле (1 семестр);
  - ✓ Б1.В.ДВ.01.02 Цифровые устройства

- Практика (блок 2):
  - ✓ Б2.В.05(П) Производственная практика, проектно-конструкторская;
  - ✓ Б2.В.06(П) Производственная практика, преддипломная (4 семестр).

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:

1) тестовые задания:

…

2)расчетные задачи:

…

3) ситуационные, практико-ориентированные задачи / мини-кейсы:

4) темы эссе:

ПК-8 Способен проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований

Период окончания формирования компетенции: 4 семестр

Перечень дисциплин (модулей), практик, участвующих в формировании компетенции:

- Дисциплины (модули) (блок 1):
  - ✓ Б1.В.02 Схемы смешанного сигнала (3 семестр);
  - ✓ Б1.В.04 Проектирование устройств твердотельной электроники (2 семестр)
  - ✓ Б1.В.05 Моделирование и проектирование систем на кристалле (1 семестр);
  - ✓ Б1.В.ДВ.01.02 Цифровые устройства (1 семестр)

- Практика (блок 2):
  - Б2.В.05(П) Производственная практика, проектно-конструкторская.

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. При помощи какого оператора языка Verilog можно изменять значение сигнала типа wire?

Варианты ответа:

A**) assign**

B) always

C) initial

D) case

E) while

ЗАДАНИЕ 2. Какие из операторов языка Verilog являются параллельными?
Варианты ответа:
A) assign
B) always
C) case
D) if
E) for

ЗАДАНИЕ 3. Какие операторы языка Verilog являются последовательными?
Варианты ответа:
A) case
B) for
C) always
D) assign
E) initial

ЗАДАНИЕ 4. Какая языковая конструкция Verilog не является синтезабельной?
Варианты ответа:
A) **always #(5) a=~b;**
B) assign a=~b;
C) always @(negedge b) a<=~c;
D) assign a=(b<c)?0:1;
E) assign a=(b>c)?1'b1:1'bz;

ЗАДАНИЕ 5. Какое утверждение относительно портов модуля тестбенча является верным?
Варианты ответа:
A) модуль тестбенча не содержит портов
B) в модуле тестбенча не должно быть входов, но должны быть выходы
C) в модуле тестбенча не должно быть выходов, но должны быть входы
D) модуль тестбенча должен иметь и входы, и выходы
E) модуль тестбенча должен иметь только двунаправленные порты

ЗАДАНИЕ 6. Найдите неверное утверждение про оператор initial:
Варианты ответа:
A) **оператор initial должен располагаться перед операторами assign и always**
B) оператор initial используется при написании тестбенчей
C) оператор initial относится к параллельным операторам
D) оператор initial запускается на выполнение один раз
E) внутри оператора initial можно настроить сохранение результатов и продолжительность моделирования

ЗАДАНИЕ 7. Выберите, какому элементу соответствует следующий код на языке Verilog:

```
module nemo(a,b,c);
  input a,b;
  output reg c;
  always @(negedge a) c<=b;
endmodule
```

Варианты ответа:
A) **D-триггер, тактируемый по заднему фронту**
B) D-триггер, тактируемый по переднему фронту
C) мультплексор
D) сдвиговый регистр
E) двунаправленный буфер

ЗАДАНИЕ 8. Выберите, какому элементу соответствует следующий код на языке Verilog:

```
module nemo (a, b, c);
  input a, b;
  output c;
  assign c =a ? b : 1'bz;
endmodule
```

Варианты ответа:
A) **буфер с z-состоянием**
B) компаратор
C) RS-триггер
D) мультиплексор
E) приоритетный шифратор

ЗАДАНИЕ 9. Выберите, какому элементу соответствует следующий код на языке Verilog:

```
module nemo (a, b, c);
  input [1:0] a;
  input [3:0] b;
  output c;
  reg d;
  always @(a)
  begin
    case (a)
      2'b00 : d<=b[0];
      2'b01 : d<=b[1];
      2'b10 : d<=b[2];
      2'b11 : d<=b[3];
    endcase
  end
```

```
  assign c = d;
endmodule
```

Варианты ответа:

A) **мультиплексор**

B) триггер

C) сдвиговый регистр

D) компаратор

E) тождественность

ЗАДАНИЕ 10. Выберите, какому элементу соответствует следующий код на языке Verilog:

```
module nemo (a, b, c);
  input a, b;
  output [7:0] c;
  reg  [7:0] d;
  always @ (posedge a) d<={d[6:0],b};
  assign c=d;
endmodule
```

Варианты ответа:

A) **сдвиговый регистр**

B) JK-триггер

C) двунаправленный порт

D) мультиплексор

E) шифратор

ЗАДАНИЕ 11. Какие из нижеперечисленных описаний портов не могут быть правильными или достаточно полными (сигналы a, b имеют тип wire)?

Варианты ответа:

A) module nemo(input a, output b);

B) module nemo(a, b);
```
    input a;
    output b;
```
C) **module nemo(a, b);**
```
   wire a;
   wire b;
```
D) module nemo(input wire a, output wire b);

E) **module nemo(a, b);**

ЗАДАНИЕ 12. Какое из приведенных описаний на языке VHDL-AMS задает переменную-напряжение?

Варианты ответа:

A) quantity V across PLUS to MINUS;

B) quantity V through PLUS to MINUS;

C) quantity V : real;

D) signal V : real;
E) terminal V : electrical;

ЗАДАНИЕ 13. Какое из приведенных описаний на языке VHDL-AMS задает переменную-ток?
Варианты ответа:
A) quantity I through PLUS to MINUS;
B) quantity I across PLUS to MINUS;
C) quantity I : real;
D) variable I : real;
E) terminal I : electrical;

ЗАДАНИЕ 14. Какое из приведенных описаний на языке VHDL-AMS задает аналоговую переменную, к которой не применяются законы сохранения консервативных систем?
Варианты ответа:
A) quantity VAL : real;
B) quantity VAL across PLUS to MINUS;
C) quantity VAL through PLUS to MINUS;
D) variable VAL : real;
E) signal VAL : real;

ЗАДАНИЕ 15. Какое из приведенных описаний на языке VHDL-AMS задает контакт для подключения аналоговых переменных?
Варианты ответа:
A) terminal IO : electrical;
B) quantity IO across PLUS to MINUS;
C) quantity IO through PLUS to MINUS;
D) quantity IO : real;
E) signal IO : real;

ЗАДАНИЕ 16. Какой оператор языка VHDL-AMS используется для записи алгебраических и интегро-дифференциальных уравнений?
Варианты ответа:
A) ==
B) <=
C) =>
D) =
E) :=

ЗАДАНИЕ 17. Какой атрибут языка VHDL-AMS используется для записи производной по времени?
Варианты ответа:
A) ‘dot
B) ‘dif
C) ‘diff
D) ‘deriv
E) ‘flux

ЗАДАНИЕ 18. Выберите верное утверждение относительно записи уравнений с помощью языка VHDL-AMS?

Варианты ответа:

A) в языке VHDL-AMS есть атрибут дифференцирования только по времени

B) в языке VHDL-AMS есть атрибуты для расчета как производной по времени, так и для расчета частных пространственных производных

C) в языке VHDL-AMS есть атрибуты для расчета производной только по пространственным переменным

D) в языке VHDL-AMS невозможна запись уравнений в неявной форме

E) в языке VHDL-AMS есть атрибут для расчета криволинейного интеграла

ЗАДАНИЕ 19. С помощью какой конструкции языка VHDL-AMS его аналоговая часть может оказывать влияние на цифровую?

Варианты ответа:

A) оператор условного присваивания значения сигналов selected_signal_assignment в сочетании с атрибутом ‘above

B) оператор условного присваивания значения сигналов selected_signal_assignment в сочетании с атрибутом ‘event

C) оператор записи уравнений simultaneous_if_statement

D) оператор записи уравнений simultaneous_case_statement

E) оператор процесса в сочетании с оператором записи уравнений simple_simultaneous_statement

ЗАДАНИЕ 20. С помощью какой конструкции языка VHDL-AMS его цифровая часть может оказывать влияние на аналоговую?

Варианты ответа:

A) оператор записи уравнений simultaneous_if_statement

B) оператор условного присваивания значения сигналов selected_signal_assignment в сочетании с атрибутом ‘event

C) оператор условного присваивания значения сигналов selected_signal_assignment в сочетании с атрибутом ‘above

D) оператор записи уравнений simple_simultaneous_statement

E) оператор процесса в сочетании с оператором записи уравнений simple_simultaneous_statement

ЗАДАНИЕ 21. Выберите правильную форму записи оператора break для задания начального значения аналоговой переменной C.

Варианты ответа:

A) break C => 0.0;

B) break C == 0.0;

C) break C <= 0.0;

D) break C = 0.0;

E) break C := 0.0;

ЗАДАНИЕ 22. Выберите правильную форму записи оператора break для инициализации аналоговых вычислений в точке разрыва при изменении значения цифрового сигнала S.

Варианты ответа:

A) break on S;

B) break S;

C) break when S;

D) break not S;

E) break change S;

ЗАДАНИЕ 23. Выберите правильную форму записи оператора break для инициализации аналоговых вычислений в точке разрыва при выполнении условия, когда аналоговая переменная A превышает величину 0.0.

Варианты ответа:

A) break when A > 0.0;
B) break on A > 0.0;
C) break A > 0.0;
D) break if A > 0.0;
E) break A when above(0.0);

ЗАДАНИЕ 24. Какая функция в языке VHDL-AMS возвращает текущий момент модельного времени?

Варианты ответа:

A) now
B) time
C) ctime
D) presently
E) nowtime

ЗАДАНИЕ 25. Выберите правильную для языка VHDL-AMS форму записи оператора процесса, который запускается на выполнение каждые 10 мс.

Варианты ответа:

```
A)  process
    begin
       // …
  wait for 10 ms;
end process;
```

```
B) process (10 ms)
    begin
       // …
end process;
```

```
C) process
    begin
       // …
  wait on 10 ms;
end process;
```

```
D) process
    begin
       // …
  wait 10 ms;
end process;
```

```
E) process 10 ms
    begin
       // …
end process;
```

ЗАДАНИЕ 26. Выберите правильную для языка VHDL-AMS форму записи оператора процесса со списком чувствительности к изменению сигналов a,b.

Варианты ответа:

A) process (a, b)
B) process (on a,b)
C) process on (a, b)

D) process (wait a,b)
E) process wait on a,b

ЗАДАНИЕ 27. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$x \bullet \overline{z} + \overline{y} \bullet u \bullet \overline{v}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

г) $(x + \overline{z}) \bullet (\overline{y} + u + \overline{v})$
д) $\overline{x} + z \bullet y + \overline{u} + v$
е) $\overline{(\boldsymbol{x} + \boldsymbol{z})} \bullet (\boldsymbol{y} + \overline{\boldsymbol{u}} + \boldsymbol{v})$

ЗАДАНИЕ 28. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$x \bullet \overline{z} \bullet \overline{y} + u \bullet \overline{v}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

а) $(\overline{\boldsymbol{x}} + \boldsymbol{z} + \boldsymbol{y}) \bullet (\overline{\boldsymbol{u}} + \boldsymbol{v})$
б) $\overline{x} + z + y \bullet \overline{u} + v$
в) $(x + \overline{z} + \overline{y}) \bullet (u + \overline{v})$

ЗАДАНИЕ 29. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$\overline{y} + x \bullet \overline{z} \bullet u \bullet \overline{v}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

а) $\overline{y} \bullet (x + \overline{z} + u + \overline{v})$
б) $\boldsymbol{y} \bullet (\overline{\boldsymbol{x}} + \boldsymbol{z} + \overline{\boldsymbol{u}} + \boldsymbol{v})$
в) $y \bullet \overline{x} + z + \overline{u} + v$

ЗАДАНИЕ 30. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$\overline{z} \bullet u \bullet \overline{y} + x \bullet \overline{v}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

а) $(\boldsymbol{z} + \overline{\boldsymbol{u}} + \boldsymbol{y}) \bullet (\overline{\boldsymbol{x}} + \boldsymbol{v})$
б) $z + \overline{u} + y \bullet \overline{x} + v$
в) $(\overline{z} + u + \overline{y}) \bullet (x + \overline{v})$

ЗАДАНИЕ 31. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$\overline{z} \bullet u \bullet \overline{y} + x \bullet \overline{v} + z \bullet \overline{u}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

а) $(\overline{z}+u+\overline{y})\bullet(x+\overline{v})\bullet(z+\overline{u})$

б) $z+\overline{u}+y\bullet\overline{x}+v\bullet\overline{z}+u$

в) $(\boldsymbol{z+\overline{u}+y})\bullet(\overline{x}+v)\bullet(\overline{z}+u)$

ЗАДАНИЕ 32. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$\overline{z}\bullet\overline{y}+x\bullet\overline{v}\bullet u+z\bullet\overline{u}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

а) $(\boldsymbol{z+y})\bullet(\overline{x}+v+\overline{u})\bullet(\overline{z}+u)$

б) $(\overline{z}+\overline{y})\bullet(x+\overline{v}+u)\bullet(z+\overline{u})$

в) $z+y\bullet\overline{x}+v+\overline{u}\bullet\overline{z}+u$

ЗАДАНИЕ 33. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$\overline{z}\bullet\overline{y}\bullet\overline{v}\bullet u+x+z\bullet\overline{u}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

а) $z+y+v+\overline{u}\bullet\overline{x}\bullet\overline{z}+u$

б) $(\boldsymbol{z+y+v+\overline{u}})\bullet\overline{x}\bullet(\overline{z}+u)$

в) $(\overline{z}+\overline{y}+\overline{v}+u)\bullet x\bullet(z+\overline{u})$

ЗАДАНИЕ 34. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$\overline{z}\bullet\overline{y}\bullet u+x+\overline{v}\bullet z\bullet\overline{u}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

а) $(\overline{z}+\overline{y}+u)\bullet x\bullet(\overline{v}+z+\overline{u})$

б) $(\boldsymbol{z+y+\overline{u}})\bullet\overline{x}\bullet(v+\overline{z}+u)$

в) $z+y+\overline{u}\bullet\overline{x}\bullet v+\overline{z}+u$

ЗАДАНИЕ 35. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$\overline{z}\bullet\overline{y}+x\bullet u+\overline{v}\bullet z\bullet\overline{u}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

а) $(\overline{z}+\overline{y})\bullet(x+u)\bullet(\overline{v}+z+\overline{u})$

б) $z+y\bullet\overline{x}+\overline{u}\bullet v+\overline{z}+u$

в) $(\boldsymbol{z+y})\bullet(\overline{x}+\overline{u})\bullet(v+\overline{z}+u)$

ЗАДАНИЕ 36. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$\overline{z} \bullet \overline{y} + x \bullet u \bullet z + \overline{v} \bullet \overline{u}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

а) $(\boldsymbol{z} + \boldsymbol{y}) \bullet (\overline{\boldsymbol{x}} + \overline{\boldsymbol{u}} + \overline{\boldsymbol{z}}) \bullet (\boldsymbol{v} + \boldsymbol{u})$

б) $(\overline{z} + \overline{y}) \bullet (x + u + z) \bullet (\overline{v} + \overline{u})$

в) $z + y \bullet \overline{x} + \overline{u} + \overline{z} \bullet v + u$

ЗАДАНИЕ 37. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$\overline{z} \bullet u \bullet \overline{y} + x \bullet z \bullet \overline{u} + \overline{v}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

а) $z + \overline{u} + y \bullet \overline{x} + \overline{z} + u \bullet v$

б) $(\overline{z} + u + \overline{y}) \bullet (x + z + \overline{u}) \bullet \overline{v}$

в) $(\boldsymbol{z} + \overline{\boldsymbol{u}} + \boldsymbol{y}) \bullet (\overline{\boldsymbol{x}} + \overline{\boldsymbol{z}} + \boldsymbol{u}) \bullet \boldsymbol{v}$

ЗАДАНИЕ 38. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$\overline{z} \bullet u \bullet \overline{y} + x \bullet \overline{v} + z \bullet \overline{u}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

а) $z + \overline{u} + y \bullet \overline{x} + v \bullet \overline{z} + u$

б) $(\boldsymbol{z} + \overline{\boldsymbol{u}} + \boldsymbol{y}) \bullet (\overline{\boldsymbol{x}} + \boldsymbol{v}) \bullet (\overline{\boldsymbol{z}} + \boldsymbol{u})$

в) $(\overline{z} + u + \overline{y}) \bullet (x + \overline{v}) \bullet (z + \overline{u})$

ЗАДАНИЕ 39. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$\overline{z} \bullet \overline{v} + x \bullet u \bullet \overline{y} + z \bullet \overline{u}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

а) $(\boldsymbol{z} + \boldsymbol{v}) \bullet (\overline{\boldsymbol{x}} + \overline{\boldsymbol{u}} + \boldsymbol{y}) \bullet (\overline{\boldsymbol{z}} + \boldsymbol{u})$

б) $z + v \bullet \overline{x} + \overline{u} + y \bullet \overline{z} + u$

в) $(\overline{z} + \overline{v}) \bullet (x + u + \overline{y}) \bullet (z + \overline{u})$

г) ЗАДАНИЕ 40. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$\overline{v} + x \bullet \overline{z} \bullet u \bullet \overline{y} + z \bullet \overline{u}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

а) $\overline{v} \bullet (x + \overline{z} + u + \overline{y}) \bullet (z + \overline{u})$

б) $\boldsymbol{v} \bullet (\overline{\boldsymbol{x}} + \boldsymbol{z} + \overline{\boldsymbol{u}} + \boldsymbol{y}) \bullet (\overline{\boldsymbol{z}} + \boldsymbol{u})$

в) $v \bullet \overline{x} + z + \overline{u} + y \bullet \overline{z} + u$

ЗАДАНИЕ 41. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$\overline{z} \bullet u + x \bullet \overline{v} \bullet \overline{y} + z \bullet \overline{u}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

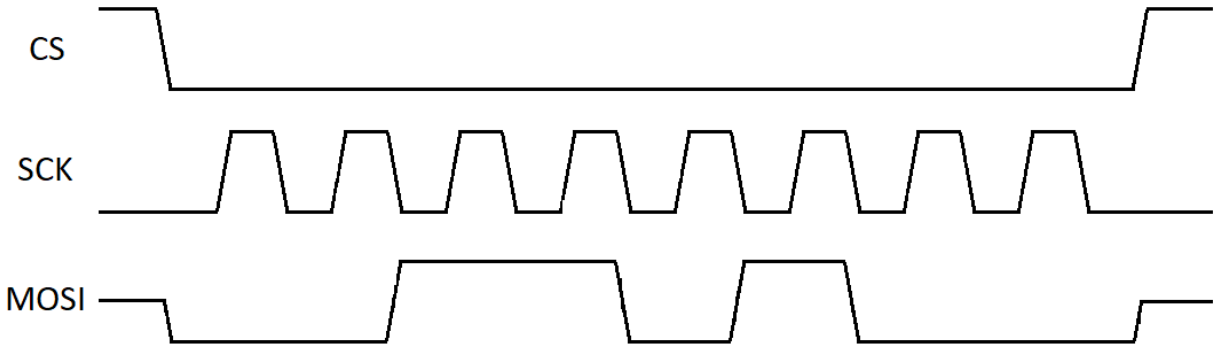
а) $z + \overline{u} \bullet \overline{x} + v + y \bullet \overline{z} + u$

б) $(\overline{z} + u) \bullet (x + \overline{v} + \overline{y}) \bullet (z + \overline{u})$

в) $(\boldsymbol{z + \overline{u}}) \bullet (\boldsymbol{\overline{x} + v + y}) \bullet (\boldsymbol{\overline{z} + u})$

2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Передача данных по интерфейсу SPI в режиме Mode0 от ведущего к ведомому имеет следующую спецификацию: первый принимаемый бит игнорируется, второй бит означает порядок передаваемых данных (0 - первым передается старший бит числа, 1 - первым передается младший бит числа), следующие биты - передаваемое число. Передаче какого числа соответствует приведенная временная диаграмма? (ответ указать в десятичном формате)

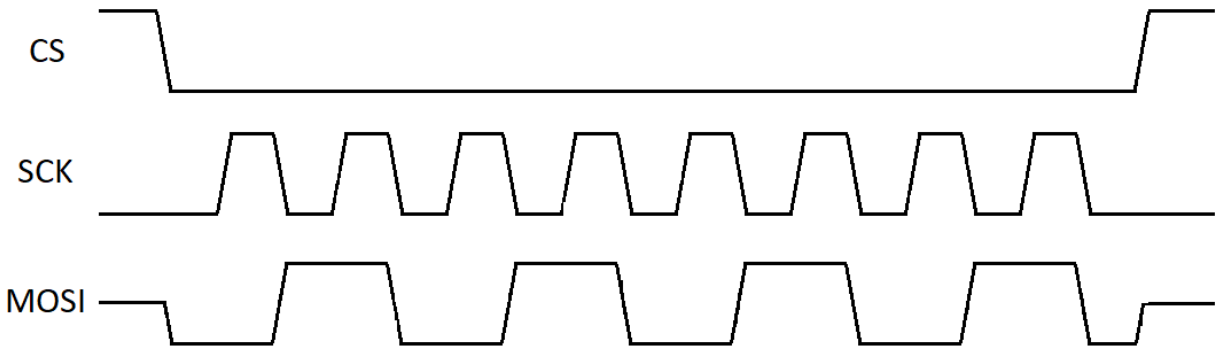


Решение:

При передаче данных по интерфейсу SPI в режиме Mode0 от ведущего к ведомому необходимо считывать данные сигнала MOSI по переднему фронту сигнала SCK. На приведенной диаграмме передается следующая последовательность бит: 0,0,1,1,0,1,0,0 (слева – первый передаваемый бит). Первый передаваемый бит согласно условию игнорируется. Равенство нулю второго передаваемого бита означает, что в последующих передаваемых битах сначала идет старший бит передаваемого числа. Таким образом, в двоичном виде было передано число 110100_2, что соответствует числу 52_{10} в десятичной системе счисления.

Ответ: **52**.

ЗАДАНИЕ 2. Передача данных по интерфейсу SPI в режиме Mode0 от ведущего к ведомому имеет следующую спецификацию: первый принимаемый бит игнорируется, второй бит означает порядок передаваемых данных (0 - первым передается старший бит числа, 1 - первым передается младший бит числа), следующие биты - передаваемое число. Передаче какого числа соответствует приведенная временная диаграмма? (ответ записать в десятичном)



Решение:

При передаче данных по интерфейсу SPI в режиме Mode0 от ведущего к ведомому необходимо считывать данные сигнала MOSI по переднему фронту сигнала SCK. На приведенной диаграмме передается следующая последовательность бит: 0,1,0,1,0,1,0,1 (слева – первый передаваемый бит). Первый передаваемый бит согласно условию игнорируется. Равенство единице второго передаваемого бита означает, что в последующих передаваемых битах сначала идет младший бит передаваемого числа. Таким образом, в двоичном виде было передано число 101010_2, что соответствует числу 42_{10} в десятичной системе счисления.

Ответ: **42.**

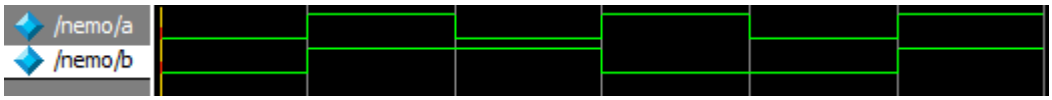
ЗАДАНИЕ 3. Какая временная диаграмма соответствует следующему коду на языке Verilog?

```
`timescale 1ns/1ns
   module nemo();
     reg a=0;
     reg b=0;
     initial
     begin
       #1 a<=1;
       #1 a<=0;
       #1 a<=1;
       #1 a<=0;
       #1 a<=1;
       #1 $stop;
     end
     always @(posedge a) b<=!b;
   endmodule
```

Решение:

В приведенной Verilog-модели сигнал «a» изменяется в операторе инициализации initial на каждом шаге моделирования, который составляет 1 нс. Изменения производятся 5 раз, после чего моделирование останавливается системной функцией $stop. Начальное значение сигнала «a», задаваемое при объявлении сигнала, равно 0. Сигнал «b» изменяется оператором always по переднему фронту сигнала «a» на инвертированное значение сигнала «a». Начальное значение сигнала «b» равно 0.

Ответ:



ЗАДАНИЕ 4. Какая из временных диаграмм соответствует приведенному коду на Verilog?

```
`timescale 1ns/1ps
module nemo();
  reg a=0;
  reg b=0;
  wire c;
  initial
  begin
    #5 $stop;
  end
  always #1 a <= !a;
  always #2 b <= !b;
  assign c = a & b;
endmodule
```

Решение:

В приведенной Verilog-модели сигнал «a» инвертируется в операторе процесса always через 1 нс, а сигнал «b» - через 2 нс. Начальные значения этих сигналов равны 0. Сигнал «c» изменяется оператором непрерывного присваивания assign и представляет собой результат логической операции «И» над сигналами «a» и «b».

Ответ:

3) ситуационные, практико-ориентированные задачи / мини-кейсы:

ЗАДАНИЕ 5. Определите количество уравнений, необходимых для реализации следующего описания на языке VHDL-AMS:

```
entity TEST is
   port (terminal PLUS, MINUS : electrical);
end TEST;
architecture TEST_A of TEST is
  quantity V across I1, I2 through PLUS to MINUS;
  quantity Q : real;
  …
```

Решение:

Общее количество уравнений равно суммарному количеству переменных quantity, переменных quantity вида through (переменных-токов), а также портов, имеющих тип quantity и направленность типа out. В данной модели имеем одну переменную quantity Q и две переменные through (I1 и I2). Порты типа quantity в модели отсутствуют. Соответственно, количество уравнений должно быть равно трем.

Ответ: 3

ЗАДАНИЕ 6. Определите количество уравнений, необходимых для реализации следующего описания на языке VHDL-AMS:

```
entity TEST is
   port( signal S : in bit; terminal PLUS, MINUS : electrical);
end TEST;
architecture TEST_A of TEST is
  quantity V across I1 through PLUS to MINUS;
  …
```

Решение:

Общее количество уравнений равно суммарному количеству переменных quantity, переменных quantity вида through (переменных-токов), а также портов, имеющих тип quantity и направленность типа out. В данной модели имеем одну переменную through (I1). Порты типа quantity в модели отсутствуют. Соответственно, количество уравнений должно быть равно одному.

Ответ: 1

ЗАДАНИЕ 7. Определите количество уравнений, необходимых для реализации следующего описания на языке VHDL-AMS:

```
entity TEST is
  port (quantity A : in real; quantity B : out real);
end TEST;
architecture TEST_A of TEST is
 quantity C : real;
…
```

Решение:

Общее количество уравнений равно суммарному количеству переменных quantity, переменных quantity вида through (переменных-токов), а также портов, имеющих тип quantity и направленность типа out. В данной модели имеем одну переменную quantity (C), а также один выходной порт типа quantity (B). Соответственно, количество уравнений должно быть равно двум.

Ответ: 2

ЗАДАНИЕ 8. Определите количество уравнений, необходимых для реализации следующего описания на языке VHDL-AMS:

```
entity TEST is
  port (quantity A : in real; quantity B : out real);
end TEST;
architecture TEST_A of TEST is
 terminal PLUS, MINUS : electrical
 quantity V across I1, I2 through PLUS to MINUS;
 quantity C : real;
…
```

Решение:

Общее количество уравнений равно суммарному количеству переменных quantity, переменных quantity вида through (переменных-токов), а также портов, имеющих тип quantity и направленность типа out. В данной модели имеем две переменных-тока (I1, I2), одну переменную quantity (C), а также один выходной порт типа quantity (B). Соответственно, количество уравнений должно быть равно четырем.

Ответ: 4

ЗАДАНИЕ 9. Определите количество уравнений, необходимых для реализации следующего описания на языке VHDL-AMS:

```
entity ELEMENT is
  generic (VTH: real);
  port (terminal AIN, REF: electrical; signal DOUT: out boolean);
end ELEMENT;
architecture ELEMENT_A of ELEMENT is
 quantity VIN across AIN to REF;
begin
  …
```

Решение:

Общее количество уравнений равно суммарному количеству переменных quantity, переменных quantity вида through (переменных-токов), а также портов, имеющих тип quantity и направленность типа out. В данной модели отсутствуют переменные токи, переменные quantity и выходные порты типа quantity. Соответственно, количество уравнений должно быть равно нулю.

Ответ: 0

ЗАДАНИЕ 10. Укажите, в какой форме требуется добавить оператор break к нижеприведенному коду на языке VHDL-AMS?

```
entity SPST is
 port( signal CONTROL : in bit; terminal PLUS, MINUS : electrical);
end SPST;
architecture SPST_A of SPST is
 quantity V across I through PLUS to MINUS;
 begin
   if CONTROL = ‘0’ use I == 0.0; else V == 0.0;
 end use;
end SPST_A;
```

Решение:

Для корректного моделирования требуется указать с помощью оператора break моменты времени, в которых аналоговые переменные терпят разрыв. В данном случае переменные I и V терпят разрыв в момент, когда цифровой сигнал CONTROL изменяет свое значение. Заданию такого условия соответствует форма оператора break со списком чувствительности: break on CONTROL.

Ответ: break on CONTROL;

ЗАДАНИЕ 11. Укажите, в какой форме требуется добавить оператор break к нижеприведенному коду на языке VHDL-AMS для того, чтобы задать начальное значение напряжения на обкладках конденсатора?

```
entity CAP is
   generic (NOMINAL : real := 1.0e-6; V_INIT : real := 0.0 );
   port (terminal PLUS, MINUS : electrical);
end CAP;
architecture CAP_A of CAP is
   quantity V across I through PLUS to MINUS;
```

```
begin
   I == NOMINAL*V'dot;
end CAP_A;
```

Решение:

Для задания значений переменных в начальный момент времени используется оператор break в форме без списка чувствительности, т.е. break <имя переменной> => <значение>; В данной задаче переменной является V, которой присваивается значение параметра V_INIT, т.е.: break V => V_INIT;

Ответ: break V => V_INIT;

ЗАДАНИЕ 12. Какой аналого-цифровой элемент реализуется следующим описанием на языке VHDL-AMS?

```
entity ELEMENT is
  generic (VTH: real);
  port (terminal AIN, REF: electrical; signal DOUT: out boolean);
end ELEMENT;
architecture ELEMENT_A of ELEMENT is
 quantity VIN across AIN to REF;
begin
  DOUT <= VIN'above(VTH);
end ELEMENT_A;
```

Решение:

Элемент в качестве входных портов использует аналоговые входы, между которыми задана переменная-напряжение VIN. Выходным сигналом элемента сложит логическая величина, которая принимает значение «логическая единица», когда напряжение между входными портами превышает некоторую величину VTH и значение «логический ноль» в противном случае. Такое поведение соответствует идеальному компаратору.

Ответ: идеальный компаратор

ЗАДАНИЕ 13. Какой цифровой элемент реализуется следующим описанием на языке VHDL-AMS?

```
entity DIG is
  port ( a0, a1 : in bit; b : out bit );
end DIG;
architecture DIG_A of DIG is
begin
      process ( a0, a1 )
      begin
        if ( a0 = '1' ) and ( a1 = '1' )
          then b <= '1';
          else b <= '0';
        end if;
      end process;
end DIG_A;
```

Решение: таблица истинности реализуемого элемента соответствует логическому вентилю «И» с двумя входами, т.е. AND2
Ответ: AND2

ЗАДАНИЕ 14. Какой аналоговый элемент реализуется следующим описанием на языке VHDL-AMS и какие паразитные элементы учитывает данное описание?

```
entity ANALOG is
  generic (G1: real := 1.0e-14; G2: real := 1.0e-7;
           G3: real := 100.0);
  port (terminal T1, T2 : electrical);
end diode;
architecture ANALOG_A of ANALOG is
quantity Q1 across Q2, Q3 through T1 to T2;
quantity Q4 : real;
constant C1 : real := 0.0258;
begin
  Q2 == G1 * (exp((Q1-G3*Q2)/C1) - 1.0);
  Q4 == G2 * Q2;
  Q3 == Q4'dot;
end ANALOG_A;
```

Решение: Аналоговая переменная Q1 описывает напряжение, приложенное к диоду, Q2 – ток через p-n переход, Q3 – емкостной ток диффузионной емкости. Параметры элемента: G1 – ток насыщения; G2 – время жизни неосновных носителей; G3 – сопротивление объема полупроводника.

Ответ: Диод с учетом диффузионной емкости и падения напряжения на объеме полупроводника

ЗАДАНИЕ 15. Какой цифровой элемент реализуется следующим описанием на языке VHDL-AMS?

```
entity DIG is
  port (A1, A2 : IN bit; A3 : OUT bit);
end DIG;
architecture DIG_A of DIG is
begin
  process (A1)
  begin
   if (A1 = '1')
     then A3 <= A2 after 1 ns;
   end if;
  end process;
end DIG_A;
```

Решение: Вход A1 является тактирующим. По его переднему фронту происходит передача сигнала со входа A1 на выход A3. В остальное время выход A3 сохраняет свое предыдущее состояние. Такое поведение соответствует динамическому D-триггеру (flip-flop)

Ответ: динамический D-триггер

ЗАДАНИЕ 16. Какой аналоговый элемент реализуется следующим описанием на языке VHDL-AMS?

```
entity ANALOG is
  generic (G1 : REAL; G2 : real := 0.0 );
  port (terminal T1,T2 : electrical);
end;
architecture ANALOG_A of ANALOG is
quantity Q1 across Q2 through T1 to T2;
begin
  Q2==G1 * Q1'dot;
 break Q1 => G2;
end ANALOG_A;
```

Решение: Переменная Q1 является напряжением на обкладках идеального конденсатора, Q2 – емкостной ток. Параметр G1 – емкость конденсатора, G2 – напряжение на обкладках в начальный момент времени.

Ответ: идеальный конденсатор

ЗАДАНИЕ 17. В какие моменты времени будет срабатывать оператор break в следующем коде (язык VHDL-AMS)?

```
entity GEN is
   generic (P : real := 1.0E-6);
  port (signal GEN_OUT : out bit);
end GEN;
architecture GEN_A of GEN is
signal TEMP : bit  := ’0’;
begin
   process
   begin
      TEMP <= not TEMP;
      GEN_OUT <= TEMP;
      wait for P;
   end process;
end GEN_A;

entity TB is
end TB;
architecture TB_A of TB is
   signal C : bit;
   terminal P: electrical;
   quantity V across I through P to GROUND;
begin
   G: entity work.gen(gen_a) generic map (2.0E-6) port map (C);
   If C = ‘0’ use I == 0.0; else V == 0.0; end use;
   break on C;
end TB_A;
```

Решение:

Оператор break будет вызываться при каждом изменении сигнала C, которое задается генератором GEN. Так как при подключении экземпляра генератора в архитектуре TB_A устанавливается период срабатывания генератора 2 мкс, то оператор break будет вызываться каждые 2 мкс, начиная с момента времени t=2 мкс.

Ответ: 2 мкс и далее с периодом 2 мкс.

ЗАДАНИЕ 18. Определите, в какие моменты времени сигнал DOUT будет принимать значение логической единицы для следующего кода на языке VHDL-AMS.

```
entity VSIN is
  generic (A : real := 1.0; F : real := 1000.0);
  port (terminal PLUS, MINUS: electrical);
end VSIN;
architecture VSIN_A of VSIN is
  quantity V across I through PLUS to MINUS;
begin
  V == A * sin(math_2_pi*F*now);
end VSINE_A;
entity TB is
end TB;
architecture TB_A of TB is
  terminal P : electrical;
  quantity V across I through P to GROUND;
  signal DOUT : bit;
begin
  G:entity work.VSIN(VSIN_A) generic map (1.0, 2000.0) port map (P, GROUND);
  I == V / 1000.0;
  DOUT <= ‘1’ when VIN’above(0.0) else ‘0’;
end TB_A;
```

Решение:

Сигнал DOUT будет принимать значение логической единицы, когда генератор синусоидального напряжения VSIN будет генерировать положительное напряжение. Так как период генерируемого сигнала составляет 500 мкс, то положительное напряжение на выходе генератора будет наблюдаться в интервалы времени от 0…250 мкс, 500…750 мкс и т.д.

Ответ: 0…250 мкс и далее, с периодом 500 мкс

ЗАДАНИЕ 19. Для момента модельного времени t=250 мкс определите мгновенную силу тока I, протекающего в системе, которая описывается следующим кодом на языке VHDL-AMS:

```
entity VSIN is
  generic (A : real := 1.0; F : real := 1000.0);
  port (terminal PLUS, MINUS: electrical);
end VSIN;
architecture VSIN_A of VSIN is
  quantity V across I through PLUS to MINUS;
begin
  V == A * sin(math_2_pi*F*now);
end VSINE_A;
```

```
entity TB is
end TB;
architecture TB_A of TB is
  terminal P : electrical;
  quantity V across I through P to GROUND;
begin
  G:entity work.VSIN(VSIN_A) generic map (2.0) port map (P, GROUND);
  I == V / 500.0;
end TB_A;
```

Решение:

В указанный момент времени генератор синусоидального напряжения VSIN генерирует максимальное значение напряжение, равное 2 В. Так как ток протекает через резистор номиналом 500 Ом, ток в системе при этом равен 4 мА.

Ответ: 4 мА.

ЗАДАНИЕ 20. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

Решение:

	yz			
x	00	01	11	10
0		1		1
1		1	1	

ЗАДАНИЕ 21. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1

0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Решение:

		yz			
		00	01	11	10
x	0	1	1		1
	1			1	

ЗАДАНИЕ 22. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	0

Решение:

	yz			
	00	01	11	10
0	1		1	1
1		1		

ЗАДАНИЕ 23. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	1

0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Решение:

	yz			
x	00	01	11	10
0	1		1	1
1	1		1	

ЗАДАНИЕ 24. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

Решение:

	yz			
x	00	01	11	10
0	1	1		1
1		1		1

ЗАДАНИЕ 25. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f

0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Решение:

		yz			
		00	01	11	10
x	0			1	1
	1	1		1	

ЗАДАНИЕ 26. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Решение:

	yz			
	00	01	11	10
0	1	1		1
1	1		1	

ЗАДАНИЕ 27. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Решение:

yz

	00	01	11	10
0	1			1
1			1	

ЗАДАНИЕ 28. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Решение:

yz

	00	01	11	10
0		1		1
1	1		1	

ЗАДАНИЕ 29. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Решение:

		yz			
		00	01	11	10
x	0	1	1		1
	1			1	

ЗАДАНИЕ 30. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	0

Решение:

		yz			
		00	01	11	10
x	0	1		1	1

1		1		

ЗАДАНИЕ 31. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Решение:

yz

x		00	01	11	10
	0	1		1	1
	1	1		1	

ЗАДАНИЕ 32. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

Решение:

yz

	00	01	11	10

x	0	1	1		1
	1		1		1

ЗАДАНИЕ 33. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Решение:

		yz			
		00	01	11	10
x	0				1
	1	1		1	

ЗАДАНИЕ 34. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Решение:

yz

	00	01	11	10
0	1			1
1	1		1	

ОПК-1 Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора

Период окончания формирования компетенции: 3 семестр

Перечень дисциплин (модулей), практик, участвующих в формировании компетенции:

- Дисциплины (модули) (блок 1):
  - ✓ Б1.О.07 История и методология науки и техники в области электроники ((3 семестр);
  - ✓ Б1.О.11 Физика приборов наноэлектроники (1 семестр)
  - ✓ Б1.О.13 Микроконтроллеры и операционные системы реального времени (3 семестр);
- Дисциплины (модули) (блок 3):
  - ✓ Б3.01(Д) Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (4 семестр)

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Какое из перечисленных ниже утверждений не является признаком кристалла?
а) Анизотропия свойств.
б) Правильность геометрической формы.
в) Фиксированная температура плавления.
г) Случайное хаотическое расположение атомов.

ЗАДАНИЕ **2.** Под понятием анизотропия кристаллов понимают:
а) различие температур плавления.
б) различие свойств кристалла по различным кристаллографическим направлениям.
в) различие типов кристаллических решёток.
г) различие множеств, сросшихся между собой, беспорядочно ориентированных мелких кристаллов

ЗАДАНИЕ **3.** По величине удельного сопротивления твердые тела можно классифицировать на:
а) проводники, полупроводники, диэлектрики

б) проводники, ферромагнетики, сегнетоэлектрики
в) полупроводники, нанокластеры, ферримагнетики
г) диэлектрики, антиферромагнетики, парамагнетики

ЗАДАНИЕ **4.** Укажите правильную форму записи символов кристаллографических плоскостей.
а) [[mnp]]
б) [mnp]
в) (m,n,p)
г) (hkl)

ЗАДАНИЕ **5.** Какой из перечисленных материалов относится к полупроводникам:
а) Алюминий
б) Медь
в) Кремний
г) Кобальт

ЗАДАНИЕ **6.** Процесс превращения связанного электрона в свободный электрон носит название:
а) рекомбинация
б) генерация
в) дисперсия
г) адсорбция

ЗАДАНИЕ **7.** У какого из перечисленных материалов наблюдается ионная химическая связь:
а) NaCl
б) Si
в) Ge
г) Cu

ЗАДАНИЕ **8**. Основным типом химической связи в полупроводниках IV группы подгруппы В является:
а) ионная
б) металлическая
в) ковалентная
г) Ван-дер-Ваальса

ЗАДАНИЕ **9.** Химическая связь между сильно электроположительными металлами и электроотрицательными неметаллами трактуется как:
а) ионная
б) металлическая
в) ковалентная
г) водородная

ЗАДАНИЕ **10.** Какое вещество по ширине запрещённой зоны ΔE следует отнести к диэлектрикам?
а) Диоксид кремния SiO_2 (ΔE =8 эВ);
б) Арсенид галлия GaAs (ΔE =1,43 эВ);
в) Кремний Si (ΔE =1,08 эВ);
г) Германий Ge (ΔE =0,66 эВ).

ЗАДАНИЕ **11.** С ростом температуры удельное сопротивление металла:
а) уменьшается
б) увеличивается
в) не изменяется
г) возникает сверхпроводимость

ЗАДАНИЕ **12.** Подвижность электронов в диэлектриках по сравнению с полупроводниками:
а) выше
б) одинакова
в) отсутствует
г) *значительно ниже*

ЗАДАНИЕ **13.** Величина, которая показывает во сколько раз магнитная индукция поля в данной среде больше чем в вакууме называется:
а) магнитная проницаемость
б) намагниченность
в) магнитная восприимчивость
г) напряженность

ЗАДАНИЕ **14.** Могут ли ферромагнитные материалы быть сверхпроводниками при низких температурах:
а) могут
б) не могут
в) всегда являются сверхпроводниками
г) всегда являются изоляторами

ЗАДАНИЕ **15.** Поглощение света, обусловленное межзонными переходами из валентной зоны в зону проводимости называется:
а) собственное
б) экситонное
в) поглощение свободными носителями
г) фононное

2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):
3) открытые задания (мини-кейсы, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Запишите выражение полной потенциальной энергии взаимодействия двух атомов U и изобразите примерный вид зависимости полной потенциальной энергии взаимодействия $U(r)$двух атомов A и B с радиусами r_A и r_B от расстояния между ними r, при значениях $r < r_A+r_B$.
Ответ:
При уменьшении расстояния между атомами энергия системы понижается по сравнению с суммарной энергией изолированных атомов и между атомами возникает сила притяжения, чему соответствует уменьшение потенциальной энергии системы $U(r)$.
При некотором расстоянии $r=r_0$ энергия $U(r)$ достигает минимума. При дальнейшем сближении атомов между ними начинают действовать силы отталкивания.
Полную потенциальную энергию взаимодействия атомов можно представить в виде суммы двух членов, которые представляют собой энергию сил притяжения $U_{пр}$ (отрицательный) и отталкивания $U_{от}$ (положительный):

$$U(r) = U_{пр}(r) + U_{от}(r)$$

Потенциал $U_{пр}$ носит электростатический характер и его можно представить степенной функцией:

$$U_{пр} = -\frac{a}{r^m}$$

, где *a* – положительная константа, *r*- расстояние между центрами взаимодействующих атомов, *m* – положительный показатель степени.

При m=1 $U_{пр}$ соответствует обычному кулоновскому взаимодействию между противоположно заряженными ионами, а при m=6 – потенциалу притяжения между атомами инертных газов.

Потенциал $U_{от}$ обусловлен прежде всего силами отталкивания ядер взаимодействующих атомов и зависит от экранировки ядер окружающими их электронами. Согласно Борну и Ланде $U_{от}$ выглядит следующим образом:

$$U_{от} = \frac{b}{r^n}$$

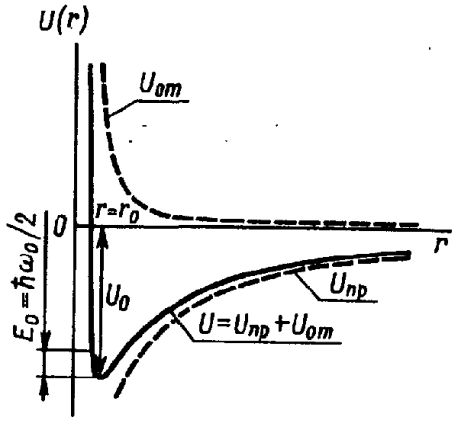
, где *b* и *n* > 0 – постоянные, *r*- расстояние между центрами взаимодействующих атомов.

Таким образом выражение для полной потенциальной энергии взаимодействия двух атомов можно записать следующим образом:

$$U = -\frac{a}{r^m} + \frac{b}{r^n}$$

, где *r*- расстояние между центрами взаимодействующих атомов; *a*, *b, m* и *n* – положительные постоянные.

Общий вид зависимости полной потенциальной энергии взаимодействия двух атомов от расстояния между ними выглядит следующим образом:



ЗАДАНИЕ 2. Чему равны расстояния между плоскостями (100), (110) и (111) в кубической решётке с параметром a?

Ответ:

Межплоскостное расстояние кубической решётки выражается формулой:

$$d(hkl) = \frac{a}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}}.$$

Отсюда получим:

– для грани (100): $d(100) = \frac{a}{\sqrt{1^2 + 0^2 + 0^2}} = a$;

– для грани (110): $d(110) = \frac{a}{\sqrt{1^2 + 1^2 + 0^2}} = \frac{a}{\sqrt{2}}$;

– для грани (111): $d(111) = \frac{a}{\sqrt{1^2 + 1^2 + 1^2}} = \frac{a}{\sqrt{3}}$.

ЗАДАНИЕ 3. Запишите уравнение Шредингера для кристалла.

Ответ:

Любое твердое тело состоит из атомов, т.е. представляет собой совокупность ядер и электронов, а стационарное состояние всех частиц этой системы описывается уравнением Шредингера:

$\hat{H}\Psi = E\Psi$

, где $\hat{H}$ – гамильтониан всей совокупность частиц, т.е. гамильтониан твердого тела, Ψ – собственная волновая функция, *E* – энергия твердого тела.

Оператор Гамильтона включает в себя:

1) оператор кинетической энергии электронов

$$\sum_i \left(-\frac{\hbar^2}{2m_0} \Delta_i \right)$$

где $\hbar$ - постоянная Планка, m0 – масса электрона, $\Delta_i = \frac{\partial^2}{\partial x_i^2} + \frac{\partial^2}{\partial y_i^2} + \frac{\partial^2}{\partial z_i^2}$ – оператор Лапласа для i-го электрона;

2) оператор кинетической энергии ядер

$$\sum_\alpha \left(-\frac{\hbar^2}{2M_\alpha} \Delta_\alpha \right)$$

где M_α – масса ядра, $\Delta_\alpha = \frac{\partial^2}{\partial X_\alpha^2} + \frac{\partial^2}{\partial Y_\alpha^2} + \frac{\partial^2}{\partial Z_\alpha^2}$

3) потенциальную энергию попарного взаимодействия электронов

$$\frac{1}{2} \sum_i \sum_{\substack{j \\ i \neq j}} \frac{e^2}{r_{ij}}$$

ЗАДАНИЕ 4. Опишите физический смысл адиабатического приближения и запишите уравнение Шредингера для кристалла с учетом этого приближения.

Ответ:

Из-за огромного числа независимых переменных уравнение Шредингера для кристалла не может быть решено в общем виде. Поэтому для отыскания приближенного решения прибегают к ряду упрощающих предположений. Одно из них основано на различиях в характере движения электронов и ядер вследствие большой разницы в их массах ($M_a >> m_e$). Ядра в кристаллах совершают колебания относительно некоторых положений равновесия. Электроны участ-

вуют в поступательно-вращательном движении. При этом их скорость на много больше скорости ядер. Каждое изменение положения ядер приводит к практически мгновенному установлению нового пространственного распределения электронов. При медленном движении ядра электроны увлекаются за ядром, в результате чего сохраняется целостность атома. В то же время, в силу инерционности, ядро не следует за движением каждого электрона. Оно движется в усредненном поле всех электронов.

Данное приближение, учитывающее различный характер движения ядер и электронов, называется адиабатическим или приближением Борна – Оппенгеймера.

Самое грубое допущение состоит в том, что ядра покоятся. В этом случае радиус-векторы ядер $R_1, R_2, ..., R_N$ **уже не являются переменными, а представляют собой фиксированные координаты узлов решетки.**

С учетом этого предположения уравнение Шредингера для кристалла существенно упрощается. Поскольку в предположении покоящихся ядер их кинетическая энергия обращается в нуль, а потенциальная энергия взаимодействия ядер становится константой:

$$\left\{ \sum_i \left(-\frac{\hbar^2}{2m_0} \Delta_i \right) + \frac{1}{2} \sum_i \sum_{\substack{j \\ i \neq j}} \frac{e^2}{r_{ij}} + U(r_1, r_2, ..., r_n, R_1, R_2, ..., R_N) \right\} \Psi_e = E_e \Psi_e$$

Для дальнейшего сокращения числа переменных в уравнении Шредингера для кристалла используется валентная аппроксимация. Принимается, что все электроны атома, кроме валентных, вместе с ядром образуют неподвижный атомный остаток (ион), и уравнение записывается только для валентных электронов, движущихся в потенциальном поле фиксированных ионов.

Однако несмотря на проведенные упрощения, уравнение Шредингера для кристалла не может быть решено в общем виде, поскольку это еще требует решения задачи многих частиц, не поддающейся непосредственному решению.

ЗАДАНИЕ 5. Опишите основную идею одноэлектронного приближения и метода Хартри-Фока. Запишите уравнение Шредингера для кристалла с учетом одноэлектронного приближения.

Ответ: В рамках адиабатического и валентной аппроксимации волновая функция системы остается зависящей от координат всех валентных электронов. Однако многоэлектронная задача может быть сведена к одноэлектронной. Обычно для этого используется метод Хартри-Фока, основная идея которого заключается в замене энергии попарного взаимодействия электронов на взаимодействие каждого электрона с усредненным полем всех остальных электронов, в котором каждый электрон движется независимо. Потенциальная энергия *i-го* электрона Ω_i в этом поле будет зависеть не только от движения всех остальных электронов, но и от движения данного электрона, так как его движение оказывает влияние на движение остальных электронов. Поскольку поле определяет не только движение данного электрона, но и само зависит от его движения, то это поле получило название самосогласованного. Введение самосогласованного поля позволяет заменить двойную сумму

$$\frac{1}{2} \sum_i \sum_{\substack{j \\ i \neq j}} \frac{e^2}{r_{ij}}$$

на $\sum_i \Omega_i(\vec{r}_i)$, каждый член которой зависит от координат одного электрона.
Аналогично потенциальную энергию взаимодействия электронов с ядрами можно также представить в виде суммы:

$$U(\vec{r}_1, \vec{r}_2 ...) = \sum_i U_i(\vec{r}_i)$$

, где $U_i(\vec{r}_i)$ – потенциальная энергия i-го электрона в поле всех ядер.
Таким образом, уравнение Шредингера для кристалла будет иметь вид:

$$\left\{ \sum_i \left[-\frac{\hbar^2}{2m_0} \Delta_i + \Omega_i(\vec{r}_i) + U_i(\vec{r}_i) \right] \right\} \Psi_e = E_e \Psi_e$$

, где под знаком суммы стоит гамильтониан i-го электрона:

$$\hat{H}_i = -\frac{\hbar^2}{2m_0} \Delta_i + \Omega_i(\vec{r}_i) + U_i(\vec{r}_i)$$

Таким образом, уравнение Шредингера можно записать в виде:

$$\hat{H} \Psi_e = \left(\sum_i \hat{H}_i \right) \Psi_e = E_e \Psi_e$$

Поскольку теперь гамильтониан не содержит энергии взаимодействия электронов и представляет собой сумму гамильтонианов отдельных электронов, решением уравнения Шредингера является произведение одноэлектронных функций:

$$\Psi_e(\vec{r}_1, \vec{r}_2 ...) = \Psi_1(\vec{r}_1) \cdot \Psi_2(\vec{r}_2) ... = \prod_i \Psi_i(\vec{r}_i)$$

Это означает, что электроны ведут себя независимо друг от друга (как бы не взаимодействуя), а полная энергия системы частиц равна сумме энергии отдельных электронов:

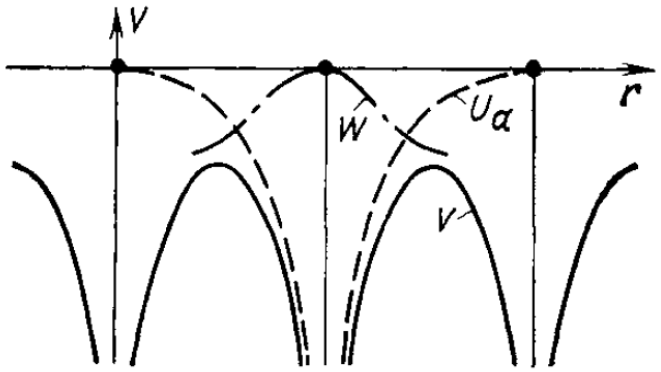
$$E_\varepsilon = E_1 + E_2 + ... = \sum_i E_i$$

Таким образом, введение самосогласованного поля позволяет рассматривать электроны в кристалле как невзаимодействующие частицы, т.е. движущиеся независимо друг от друга. Это и является основанием для представления электронов проводимости в виде идеального газа.

ЗАДАНИЕ 6. Изобразите качественный вид потенциальной энергии электрона в одномерной решетке $V(\vec{r})$ в сравнении с потенциальной энергией изолированного атома $U_a(\vec{r})$.

Ответ: Существуют различные способы выбора вида потенциальной энергии электрона в кристалле $V(\vec{r})$. Наиболее часто для этого используются состояния электрона, находящегося в потенциальном поле всех ионов решетки, заряд которых в среднем скомпенсирован зарядом валентных электронов, т.е. в поле периодического потенциала.

Качественный вид периодического потенциала $V(\vec{r})$ для одномерной решетки выглядит следующим образом:



На рисунке $U_a(\vec{r})$ - потенциальная энергия изолированного атома, $W(\vec{r})$ – возмущающий потенциал.

ЗАДАНИЕ 7. В медном проводнике с площадью поперечного сечения 0,2 см^2 идет ток 1А. Какова средняя скорость дрейфа электронов?
Ответ: **Плотность тока**

$$j = \frac{I}{S}.$$

С другой стороны

$j = ne\upsilon_d$

Отсюда

$$\upsilon_d = \frac{j}{ne} = \frac{I}{Sne}.$$

Концентрацию определяем по формуле:

$$n = \frac{\rho}{\mu} N_A = \frac{8890 \cdot 10^3 \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23}}{63{,}5} \approx 8{,}4 \cdot 10^{28}\,\text{м}^{-3}.$$

Подставим численные значения:

$$\upsilon_d = \frac{1}{2 \cdot 10^{-5} \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \cdot 0{,}84 \cdot 10^{29}} \approx 0{,}37 \cdot 10^{-5}\,\text{м/с}$$

ЗАДАНИЕ 8. Изобразите схематически различия в заполнении зон электронами в металлах, полупроводниках и диэлектриках. Прокомментируйте взаимосвязь между различиями зонной структурой металлов, полупроводников и диэлектриков и их способностью проводить электрический ток.

Ответ: Существует несколько вариантов заполнения зон электронами в твердых телах:
1. У металлов два варианта:

1) Валентная зона заполнена частично. Под действием внешнего электрического поля электроны будут переходить на более высокие свободные уровни той же зоны.

2) Валентная зона заполнена полностью и перекрывается со следующей разрешенной зоной, незанятой электронами. Под действием внешнего электрического поля электроны будут переходить на более высокие свободные уровни свободной зоны (зоны проводимости).

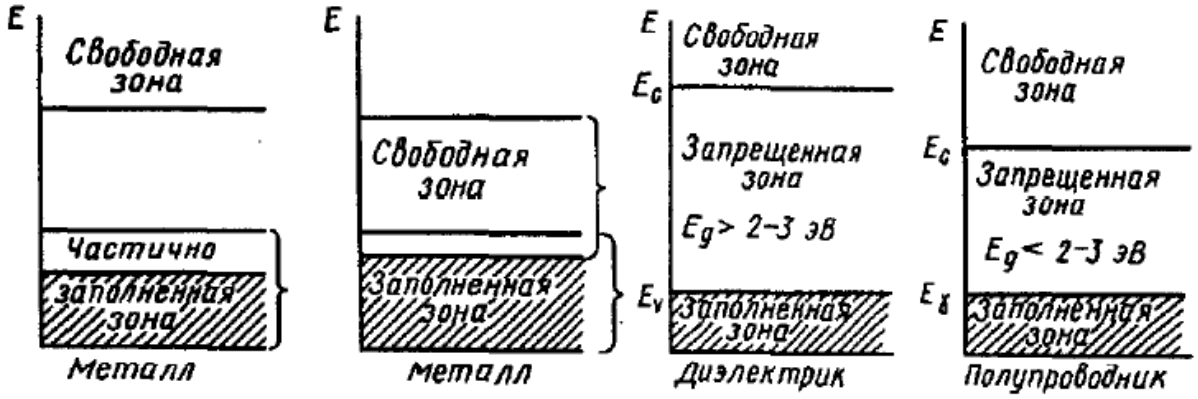
2. У полупроводников:

- Валентная зона заполнена электронами полностью и отделена от следующей за ней свободной зоны (зоны проводимости) энергетической щелью (запрещенной зоной E_g). Ширина запрещенной зоны у полупроводников ≤ 3 эВ. В полупроводниках за счет тепловой энергии kT заметное число электронов оказывается переброшенными в зону проводимости.

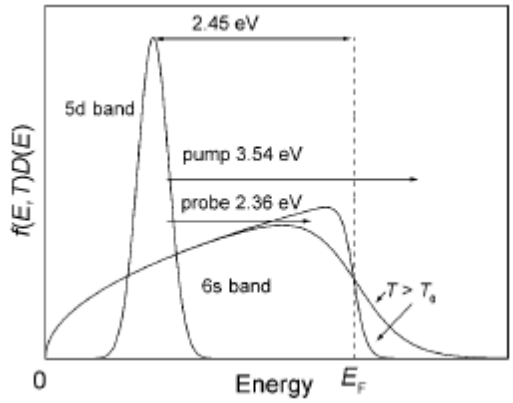
У диэлектриков:

- Валентная зона заполнена электронами полностью и отделена от зоны проводимости запрещенной зоной E_g с шириной >3 эВ. В кристалле с такой зонной структурой внешнее поле не может создать электрического тока.

Варианты заполнения зон электронами в металлах, полупроводниках и диэлектриках показаны на рисунке:



ЗАДАНИЕ 9. Дайте объяснение тому факту, что золото и медь обладают желтым и красным цветами, в отличие от остальных металлов, таких как серебро.
Ответ:
В электронном строении золота, меди и серебра имеется d-полоса, которая содержит много электронов (по сравнению с другими энергетическими уровнями) и сильно является сильно локализованной, как это показано на рисунке.



Плотность электронных состояний 5d и 6s полос золота. E_F – уровень Ферми.

Таким образом возбуждение электронов под действием света с этого занятого d-уровня до энергии выше уровня Ферми оказывается весьма интенсивным. Затем возбужденные электроны возвращаются обратно, т.е. происходит переизлучение. В золоте наблюдается интенсивное поглощения света с энергией 2,3 эВ, т.е. той энергией которая соответствует разнице между энергиями уровня Ферми и 5d-оболчкой. Соответственно в результате переизлучения цвет золота, который мы видим - желтый. Медь обладает сильным поглощением при несколько меньшей энергии 2,2 эВ, при этом оранжевый цвет наиболее сильно поглощается и переизлучается. В серебре пик поглощения находится в ультрафиолетовой области, около 4 эВ. В результате серебро сохраняет высокую отражательную способность равномерно по всему видимому спектру, и мы видим его как чистый белый цвет.

ЗАДАНИЕ 10. На грань кристалла каменной соли падает параллельный пучок рентгеновских лучей (λ = 1,47 Å). Определить расстояние между атомными плоскостями кристалла, если дифракционный максимум второго порядка наблюдается, когда лучи падают под углом φ = 31°30′.

Ответ: Из уравнения Вульфа–Брэгга найдем межплоскостное расстояние:

$$d = \frac{n\lambda}{2\sin\theta}.$$

Угол θ является дополнительным углом к углу φ:

$$\theta = \frac{\pi}{2} - \varphi = 58°30'.$$

Подставим числовые значения:

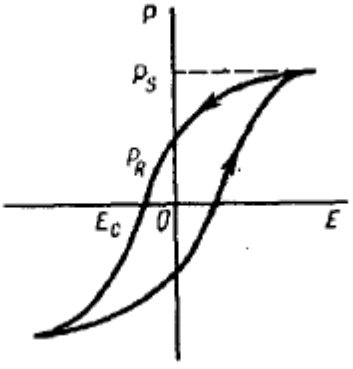
$$d = \frac{n\lambda}{2\sin\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right)} = \frac{2 \cdot 1{,}47 \cdot 10^{10}}{2\sin 58°30'} = \frac{2 \cdot 1{,}47 \cdot 10^{10}}{2 \cdot 0{,}853} = 1{,}7 \cdot 10^{-10}\ \text{м} = 1{,}7\ \overset{0}{\text{А}} = 1{,}7\ \text{нм}.$$

ЗАДАНИЕ 11. Объясните при каких условиях в суперионных кристаллах возникает аномально высокая ионная проводимость? Чем это обусловлено? Приведите примеры суперионных проводников, характерные значения их удельного сопротивления и сферы их применения.

Ответ: Аномально высокая ионная проводимость появляется при некоторой критической температуре Ткр, характерной для каждого вещества. Такое увеличение проводимости обусловлено, в конечном счете, скачкообразным разупорядочением («плавлением») подрешетки, образованной одним из сортов ионов. Другая подрешетка, т.е. объемная структура, образованная другим сортом (или сортами) ионов, сохраняет при этом «жесткость» и обеспечивает тем самым механическую прочность кристалла как целого.
Таким образом, суперионные кристаллы могут находиться в двух качественно различных фазах. При T<Ткр они ведут себя аналогично обычным ионным кристаллам (диэлектрическая фаза), а при T>Ткр переходят в особое состояние – суперионное (электролитическая фаза).
Одним из наиболее изученных суперионных проводников является Ag_4RbI_5. При комнатной температуре удельное сопротивление Ag_4RbI_5 составляет около ~3 Ом*см.
Иодид серебра AgI – ~0.4 Ом*см (при T~555 ^oC).
Кроме того, известен целый ряд суперионных проводников KAg_4I_5, Cu_2S, CaF_2, YF_3 и т.д.
Одной из областей применения суперионных проводников является использованием в батареях, предназначенных для работы в космических условиях.

ЗАДАНИЕ 11. Изобразите схематично вид зависимости поляризации *P* сегнетоэлектриков от напряженности электрического поля *E*. Что называется коэрцитивной силой?
Ответ: Сегнетоэлектриками называются диэлектрики, для которых характерно явление самопроизвольной поляризации и обладающие нелинейной зависимостью поляризации от напряженности поля, а также способностью к переполяризации.

Наиболее характерной особенностью сегнетоэлектриков является то, что зависимость их поляризации P от поля E имеет вид петли гистерезиса, как это показано на рисунке.



Петля гистерезиса сегнетоэлектрика.

Существование гистерезиса в сегнетоэлектриках связано с наличием сегнетоэлектрических доменов – объемных областей, в каждой из которых дипольные моменты ориентированы одинаково, но в соседних доменах векторы *P* направлены различно.

Изменение поляризации макроскопического образца сегнетоэлектрика во внешнем электрическом поле может осуществляться за счет следующих процессов:

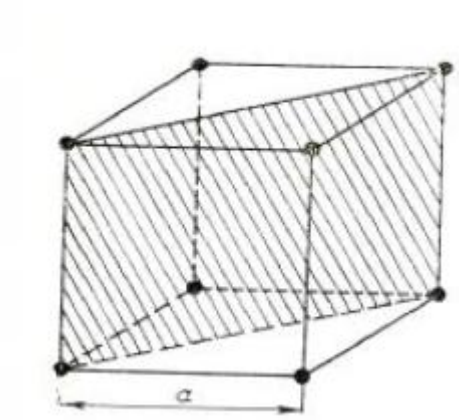
1) поляризация каждого домена может меняться по величине;

2) векторы поляризации отдельных доменов могут изменять свое направление (поворачиваться в направлении поля);

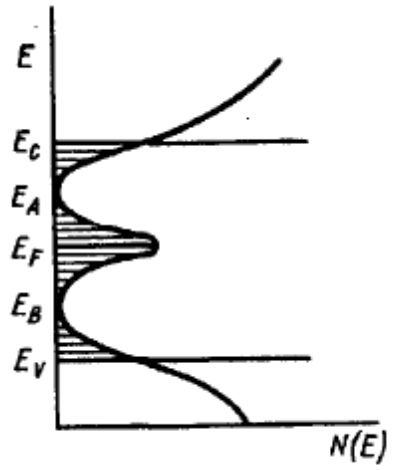
3) наиболее выгодно ориентированные домены могут увеличиваться в размерах за счет доменов с невыгодной ориентацией, т.е. может наблюдаться смещение границ доменов.

При определенной величине поля E поляризация достигает насыщения P_S. Если после достижения насыщения поле уменьшается до нуля, то сохраняется поляризация P_R, называемая остаточной. Для того, чтобы эту поляризацию свести к нулю, необходимо приложить внешнее поле обратного направления. Это поле E_C называют коэрцитивной силой.

ЗАДАНИЕ 12. Изобразите графически плоскость (110) в кубической решетке
Ответ: Плоскость (110) в кубической ячейке



ЗАДАНИЕ 13. Изобразите схематично зависимость плотности состояний от энергии в аморфном полупроводнике в соответствии с моделью Мотта и Дэвиса. Какие типы проводимости возможны согласно данной модели?
Ответ:
В аморфных полупроводниках (и вообще в аморфных твердых телах) возникают разрешенные локализованные состояния в запрещенной зоне. Наличие локализованных состояний связано с наличием локальных дефектов, обусловленных нарушениями периодичности кристаллической решетки (флуктуационные), наличием большого количества оборванных связей, наличием примесных атомов и т.д. Пик локализованных состояний, связанных с дефектами структуры, согласно модели Мотта и Дэвиса располагается обычно вблизи центра щели подвижности, и при высокой плотности локализованных состояний в щели подвидности уровень Ферми располагается в зоне дефектных состояний, как это показано на рисунке.



Зависимость плотности состояний от энергии в аморфном полупроводнике при наличии локализованных дефектных состояний. Локализованные состояния заштрихованы.

В аморфных полупроводниках возможны два типа проводимости:
1) перенос носителей по нелокализованным состояниям, аналогично тому, как это имеет место в кристаллических полупроводниках. Очевидно, что в этом случае электроны должны быть возбуждены из локализованных состояний в делокализованные;
2) перенос путем перескоков (прыжков) из одного локализованного состояния в другое. Этот вид переноса называется прыжковой проводимостью.

ЗАДАНИЕ 14. Перечислите условия, благоприятные для возникновения ферромагнетизма в материале.
Ответ: Условиями, благоприятными для возникновения ферромагнетизма, являются:

1) наличие локализованных магнитных моментов, например, в атомах с недостроенными d- или f-оболочками;

2) обменный интеграл должен быть положительным;

3) плотность состояний в d- или f-зонах должны быть велика, для того чтобы возрастание кинетической энергии, связанное с заполнением электронами более высоких свободных уровней, не превысило уменьшения энергии за счет обменного взаимодействия.

ОПК-2 Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы

Период окончания формирования компетенции: 3 семестр

Перечень дисциплин (модулей), практик, участвующих в формировании компетенции:
- Дисциплины (модули) (блок 1):
  - ✓ Б1.О.10 Методы математического моделирования (1 семестр);
  - ✓ Б1.О.08 Актуальные проблемы современной электроники (3 семестр);

– Дисциплины (модули) (блок 3):
  ✓ Б3.01(Д) Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (4 семестр)

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

Задание 1. Сколько различных интерполяционных функций можно построить по *n*+1 узлу интерполирования?

д) n
е) n+1
ж) 1
з) бесконечно много

Задание 2. Сколько различных интерполяционных многочленов степени n можно построить по n+1 узлу интерполирования?

д) *n*
е) *n*+1
ж) 1
з) бесконечно много

Задание 3. Чему в общем случае равна степень интерполяционного многочлена Лагранжа, построенного по n+1 узлу интерполирования?

ж) *n*
з) *n*+1
и) 1

Задание 4. Чему в общем случае равна степень интерполяционного многочлена Ньютона для интерполирования вперед, построенного по n+1 узлу интерполирования?

г) 1
д) *n*
е) *n*+1

Задание 5. Чему в общем случае равна степень интерполяционного многочлена Ньютона для интерполирования назад, построенного по n+1 узлу интерполирования?

г) n
д) *n*+1
е) 1

Задание 6. Сколько непрерывных производных имеет сплайн порядка k, построенный по n+1 узлу интерполирования?

д) *n*
е) *n*–1
ж) *k*
з) *k*–1

Задание 7. Чему равен дефект сплайна порядка k, построенного по n+1 узлу интерполирования?

д) k
е) k–1
ж) n
з) n–1

Задание 8. Что такое эмпирическая формула?

в) Приближенная функциональная зависимость, построенная на основе экспериментальных данных.
г) Функциональная зависимость, значения которой совпадают с экспериментальными данными.

Задание 9. Сколько узлов содержит квадратурная формула трапеций?

д) 1
е) 2
ж) 3
з) 4

Задание 10. Сколько узлов содержит квадратурная формула Симпсона?

д) 1
е) 2
ж) 3
з) 4

Задание 11. Частным случаем какой квадратурной формулы является квадратурная формула трапеций?

г) Квадратурная формула Ньютона-Котеса замкнутого типа
д) Квадратурная формула Ньютона-Котеса открытого типа
е) Квадратурная формула Гаусса

Задание 12. Частным случаем какой квадратурной формулы является квадратурная формула Симпсона?

г) Квадратурная формула Гаусса
д) Квадратурная формула Ньютона-Котеса замкнутого типа
е) Квадратурная формула Ньютона-Котеса открытого типа

Задание 13. Чему равна максимальная степень произвольного многочлена, интегрируемого с помощью квадратурной формула Гаусса, содержащей n узлов, с нулевым остаточным членом?

д) n
е) n+1
ж) 2n
з) 2n–1

Задание 14. Укажите порядок точности решения задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка с помощью p-этапной схемы метода Рунге-Кутта (h – шаг сетки).

г) $O(h^p)$
д) $O(h^{p-1})$
е) $\boldsymbol{O(h^{p+1})}$

Задание 15. Укажите порядок обыкновенного дифференциального уравнения, для решения которого применяется метод Нумерова.

д) 1
е) 2
ж) 3
з) 4

ЗАДАНИЕ 16. Какой из перечисленных материалов обладает самым низким удельным сопротивлением?
а) Серебро
б) Медь
в) Золото
г) Кремний

ЗАДАНИЕ 17. Какой из перечисленных материалов обладает самым высоким удельным сопротивлением:
а) Si
б) SiO2
в) W
г) Ge

ЗАДАНИЕ 18. Расстояние, проходимое свободным носителем заряда между двумя столкновениями с дефектами кристаллической решетки, называется:
а**) длина свободного пробега**
б) время свободного пробега
в) скорость теплового движения
г) ширина запрещенной зоны

ЗАДАНИЕ 19. Процесс превращения свободного электрона в связанный электрон носит название.
а) сублимации
б) адсорбции
в) генерации
г) рекомбинации

ЗАДАНИЕ 20. Какой из перечисленных материалов относится к полупроводникам:
а) Золото
б) Тантал
в) Германий
г) Ртуть

ЗАДАНИЕ 21. В собственном полупроводнике в результате разрыва ковалентных связей, образующееся количество свободных электронов:
а) больше чем количество дырок
б) меньше чем количество дырок
в) равно количеству дырок
г) намного больше чем количество дырок

ЗАДАНИЕ 22. Полупроводник, в котором основными носителями заряда являются электроны, называют:
а) полупроводник n-типа
б) полупроводник р-типа
в) полупроводник с дырочным типом проводимости
г) диэлектрик

ЗАДАНИЕ 23. Полупроводник, легированный акцепторной примесью, носит название:
а) электронный
б) n-типа
в) p-типа
г) собственный

ЗАДАНИЕ 24. Минимальное расстояние между дном зоны проводимости и потолком валентной зоны называют:
а) шириной запрещенной зоны
б) длиной свободного пробега
в) шириной валентной зоны
г) уровнем Ферми

ЗАДАНИЕ 25. Какое вещество по ширине запрещённой зоны ΔE следует отнести к диэлектрикам?
а) Нитрид кремния Si3N4 (ΔE =4,5 эВ);
б) Арсенид галлия GaAs (ΔE =1,43 эВ);
в) Кремний Si (ΔE =1,12 эВ);
г) Германий Ge (ΔE =0,66 эВ).

ЗАДАНИЕ 26. С ростом температуры удельное сопротивление собственных полупроводников:
а) уменьшается
б) увеличивается
в) не изменяется
г) возникает сверхпроводимость

ЗАДАНИЕ 27. К прямозонным полупроводникам относятся:
а) C (Алмаз)
б) Ge (Германий)
в) Si (Кремний)
г) GaAs (Арсенид галлия)

ЗАДАНИЕ 28. Явление, заключающееся в том, что при прохождении электрического тока через контакт двух веществ в нем в зависимости от направления тока выделяется или поглощается теплота, называется:
а) эффектом Пельтье
б) эффектом Холла
в) эффект Доплера
г) эффект Зеемана

ЗАДАНИЕ 29. Явление возникновения поперечного электрического поля в полупроводнике с текущим по нему током под действием магнитного поля называют:
а) эффектом Зеебека
б) эффектом Холла
в) эффектом Пельтье
г) эффектом Томсона

ЗАДАНИЕ 30. Поглощение света, обусловленное возбуждением примесных центров в кристалле, называется:

а) примесным
б) экситонным
в) поглощением свободными носителями
г) собственным

2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

3) открытые задания (мини-кейсы, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Построить интерполяционный многочлен Лагранжа для функции, заданной таблично

:

x	–1	0	2
y	1	–1	7

Ответ:
Многочлен Лагранжа для трёх узлов интерполяции запишется следующим образом:

$$P(x) = y_0 \frac{(x-x_1)(x-x_2)}{(x_0-x_1)(x_0-x_2)} + y_1 \frac{(x-x_0)(x-x_2)}{(x_1-x_0)(x_1-x_2)} + y_2 \frac{(x-x_0)(x-x_1)}{(x_2-x_0)(x_2-x_1)}$$

или

$$P(x) = 1 \cdot \frac{(x-0)(x-2)}{(-1-0)(-1-2)} + (-1) \cdot \frac{(x-(-1))(x-2)}{(0-(-1))(0-2)} + 7 \frac{(x-(-1))(x-0)}{(2-(-1))(2-0)}$$

Окончательно:

$$P(x) = 2x^2 - 1$$

ЗАДАНИЕ 2. Построить интерполяционный многочлен Ньютона для интерполирования вперед для функции, заданной таблично:

x	–2	1	2
y	11	5	7

Ответ:
Найдем значения разделенных разностей:

$$f(x_0; x_1) = \frac{f(x_1) - f(x_0)}{x_1 - x_0} = \frac{5-11}{1-(-2)} = -2$$

$$f(x_1;x_2)=\frac{f(x_2)-f(x_1)}{x_2-x_1}=\frac{7-5}{2-1}=2$$

$$f(x_0;x_1;x_2)=\frac{f(x_1;x_2)-f(x_0;x_1)}{x_2-x_0}=\frac{2-(-2)}{2-(-2)}=1$$

Интерполяционный многочлен Ньютона для интерполирования вперед будет иметь вид

$$P(x)=f(x_0)+(x-x_0)f(x_0;x_1)+(x-x_0)(x-x_1)f(x_0;x_1;x_2)$$

Таким образом:

$$P(x)=11+(x-(-2))(-2)+(x-(-2))(x-1)\cdot 1$$

Окончательно:

$$P(x)=x^2-x+5$$

ЗАДАНИЕ 3. Построить интерполяционный многочлен Ньютона для интерполирования назад для функции, заданной таблично:

x	–2	0	1
y	0	–10	–6

Ответ:

Найдем значения разделенных разностей:

$$f(x_0;x_1)=\frac{f(x_1)-f(x_0)}{x_1-x_0}=\frac{-10-0}{0-(-2)}=-5$$

$$f(x_1;x_2)=\frac{f(x_2)-f(x_1)}{x_2-x_1}=\frac{-6-(-10)}{1-0}=4$$

$$f(x_0;x_1;x_2)=\frac{f(x_1;x_2)-f(x_0;x_1)}{x_2-x_0}=\frac{4-(-5)}{1-(-2)}=3$$

Интерполяционный многочлен Ньютона для интерполирования назад будет иметь вид

$$P(x)=f(x_2)+(x-x_2)f(x_1;x_2)+(x-x_2)(x-x_1)f(x_0;x_1;x_2)$$

Таким образом:

$$P(x)=-6+(x-1)\cdot 4+(x-1)(x-0)\cdot 3$$

Окончательно:

$$P(x)=3x^2+x-10$$

ЗАДАНИЕ 4. Построить интерполяционный многочлен по схеме Эйткена, заданной таблично:

x	–1	1	2
y	4	–2	–2

Ответ:

Найдем сначала значения выражения:

$$p_{01}(x)=\frac{\begin{vmatrix} y_0 & x_0-x \\ y_1 & x_1-x \end{vmatrix}}{x_1-x_0}=\frac{\begin{vmatrix} 4 & -1-x \\ -2 & 1-x \end{vmatrix}}{1-(-1)}=-3x+1,$$

затем

$$p_{12}(x)=\frac{\begin{vmatrix} y_1 & x_1-x \\ y_2 & x_2-x \end{vmatrix}}{x_2-x_1}=\frac{\begin{vmatrix} -2 & 1-x \\ -2 & 2-x \end{vmatrix}}{2-1}=-2$$

Окончательно

$$P(x)=P_{012}(x)=\frac{\begin{vmatrix} P_{01}(x) & x_0-x \\ P_{12}(x) & x_2-x \end{vmatrix}}{x_2-x_0}=\frac{\begin{vmatrix} -3x+1 & -1-x \\ -2 & 2-x \end{vmatrix}}{2-(-1)}=x^2-3x$$

ЗАДАНИЕ 5. Приведите пример функции, интеграл от которой, вычисленный методом Ньютона-Котеса с числом узлов n = 4, даст абсолютно точный результат.

Ответ:

В методе Ньютона-Котеса подынтегральная функция заменяется интерполяционным многочленом, построенным по n равноотстоящим узлам. В случае, если подынтегральная функция сама является многочленом степени не выше n – 1, интерполяционный многочлен, построенный для нее, будет совпадать с ней, и следовательно, формула Ньютона-Котеса даст абсолютно точный результат. Таким образом, для n = 4 это будет иметь место, например, для функции

$$f(x)=2x^3+4x^2-10x+1$$

ЗАДАНИЕ 6. Приведите пример функции, интеграл от которой, вычисленный методом Гаусса с числом узлов n = 4, даст абсолютно точный результат.

Ответ:

В методе Гаусса подынтегральная функция заменяется интерполяционным многочленом, построенным по *n* узлам, выбранным специальным образом. Узлы выбираются таким образом, чтобы в случае, если подынтегральная функция сама является многочленом степени не выше 2*n* – 1, формула Гаусса

даст абсолютно точный результат. Таким образом, для *n* = 4 это будет иметь место, например, для функции

$$f(x) = x^7 + 3x^6 - 10x^5 + x^4 - 5x + 9$$

ЗАДАНИЕ 7. Найдите значения узлов интерполяции в формуле Ньютона-Котеса замкнутого типа, если их количество равно 5, а интегрирование ведется от *c* = 0 до *d* = 1,2.

Ответ:

В методе Ньютона-Котеса подынтегральная функция заменяется интерполяционным многочленом, построенным по *n* равноотстоящим узлам. В формулах замкнутого типа концы промежутка интегрирования *c* и *d* входят в число узлов. Поэтому расстояние между соседними узлами равно:

$$h = \frac{d-c}{n-1}$$

ЗАДАНИЕ 8. Найдите значения узлов интерполяции в формуле Ньютона-Котеса открытого типа, если их количество равно 5, а интегрирование ведется от *c* = 0 до *d* = 1,2.

Ответ:

В методе Ньютона-Котеса подынтегральная функция заменяется интерполяционным многочленом, построенным по *n* равноотстоящим узлам. В формулах открытого типа концы промежутка интегрирования *c* и *d* не входят в число узлов. Поэтому расстояние между соседними узлами равно:

$$h = \frac{d-c}{n+1}$$

Таким образом, в данном случае узлы будут иметь следующие значения:

$$x_1 = 0{,}2;\ x_2 = 0{,}4;\ x_3 = 0{,}6;\ x_4 = 0{,}8;\ x_5 = 1{,}0.$$

ЗАДАНИЕ 9. Сформулируйте, в чем заключается сходство и отличие методов Рунге-Кутта и Адамса решения задачи Коши.

Ответ:

Оба метода применяются для численного решения дифференциального уравнения

$$y' = f(x, y), \qquad x \in [a, b],$$

удовлетворяющего начальному условию $y(a) = y_0$**.**

Оба метода являются дискретными, так как значения искомой функции вычисляются на конечном множестве точек $x_n \in [a, b]$**, т.е. решение получается в виде таблицы** $y_n = y(x_n)$**.**

Недостатком метода Рунге-Кутта является то, что для получения решения уравнения в одной точке приходится вычислять правую часть уравнения в нескольких точках. Если правая часть сложна, это приводит к большой вычислительной работе.

Метод Адамса лишен этого недостатка: в нем на каждом шаге (кроме первого) требуется только однократное вычисление правой части. Однако, на первом шаге необходимо знать значения y в нескольких начальных точках. Обычно эти значения находят другим методом, например, методом Рунге-Кутта, для

которого необходимо лишь значение y_0, известное по условию. Таким образом, метод Адамса не является самоначинающимся

ЗАДАНИЕ 10. Составить алгоритм численного решения дифференциального уравнения третьего порядка $y''' - 4xy' + e^{-x} = 0$ на отрезке от 0 до 2 с начальными условиями $y(0) = 1$; $y'(0) = 1$; $y''(0) = 1$ методом Эйлера.

Ответ:

Сведем данное уравнение третьего порядка к системе трех уравнений первого порядка с тремя неизвестными функциями y, z и w

$$\begin{cases} y' = z \\ z' = w \\ w' = 4xz - e^{-x} \end{cases}$$

и начальными условиями y(0) = 1; z(0) = 1; w(0) = 1.

Будем искать решение системы в равномерной сетке точек $x_0, x_1, ..., x_N$ с шагом h с помощью рекуррентных формул метода Эйлера:

$$\begin{cases} y_{n+1} = y_n + hz_n \\ z_{n+1} = z_n + hw_n \\ w_{n+1} = w_n + h(4x_n z_n - e^{-x_n}) \end{cases}$$

Искомым решением исходного уравнения будет таблица значений $y_n = y(x_n)$ на заданном отрезке с выбранным шагом.

ЗАДАНИЕ 11. Привести систему линейных алгебраических уравнений

$$100x_1 + 6x_2 - 2x_3 = 200$$
$$6x_1 + 200x_2 - 10x_3 = 600$$
$$x_1 + 2x_2 + 100x_3 = 600$$

к виду, удобному для итерационного процесса, и проверить условие сходимости решения по методу простой итерации.

Ответ:

Сведем исходную систему уравнений к виду

$$\begin{cases} x_1 = -0,06x_2 + 0,02x_3 + 2 \\ x_2 = -0,03x_1 + 0,05x_3 + 3 \\ x_3 = -0,01x_1 - 0,02x_2 + 6 \end{cases}$$

т.е. к виду, удобному для итерационного процесса:

$$\mathbf{x} = \mathbf{D}\mathbf{x} + \mathbf{c},$$

где $\mathbf{x} = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \cdots \\ x_n \end{pmatrix}$ – вектор неизвестных, $\mathbf{D}$ – матрица, которая в данном случае

будет иметь вид $\mathbf{D} = \begin{pmatrix} 0 & -0,06 & 0,02 \\ -0,03 & 0 & 0,05 \\ -0,01 & -0,02 & 0 \end{pmatrix}$, $\mathbf{c}$ – вектор, имеющий вид $\mathbf{c} = \begin{pmatrix} 2 \\ 3 \\ 6 \end{pmatrix}$.

Итерационный процесс

$$\mathbf{x}^k = \mathbf{D}\mathbf{x}^{k-1} + \mathbf{c}$$

при любом начальном векторе $\mathbf{x}^0$ сходится к решению системы, если выполняется условие $\|\mathbf{D}\|<1$, где $\|\mathbf{D}\|=\max\limits_{1\le i\le n}\sum\limits_{j=1}^{n}|d_{ij}|$ – одна из форм нормы матрицы $\mathbf{D}$. В данном случае она равна 0,08, следовательно, процесс будет сходиться.

ЗАДАНИЕ 12.Преимущества аддитивных технологий

Улучшенные свойства готовой продукции. Благодаря послойному построению, изделия обладают уникальным набором свойств.. Большая экономия сырья. Возможность изготовления изделий со сложной геометрией. Мобильность производства и ускорение обмена данными.

ЗАДАНИЕ 13. Суть аддитивных технологий

Суть аддитивных технологий – в послойном выращивании изделий с помощью 3D-принтера, который воплощает цифровую модель в реальный продукт любой сложности

ЗАДАНИЕ 14. Первая продукция, изготовленная с помощью аддитивных технологий

Первой продукцией, изготовленной с помощью аддитивных технологий, были простые пластиковые изделия, которые использовались в качестве визуальных моделей для быстрого прототипирования

ЗАДАНИЕ 15. Определение аддитивных технологий

Аддитивные технологии (Additive Manufacturing – от слова аддитивность – прибавляемый) – это послойное наращивание и синтез объекта с помощью компьютерных 3d технологий

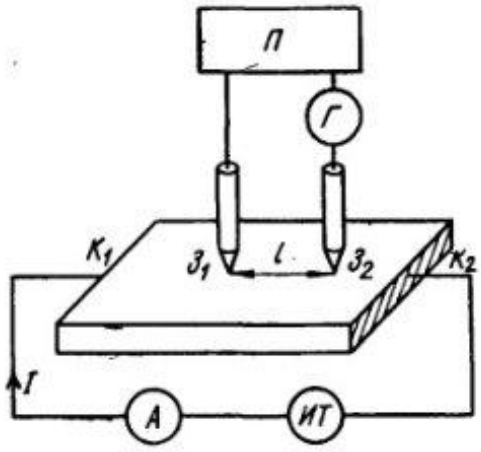
ЗАДАНИЕ 16. Что входит в полный цикл 3D-печати?

Подготовка 3D-файла Первый шаг в процессе 3D-печати – это подготовка цифровой модели. ... Создание файла STL и работа с ним CAD модель нужно конвертировать в распознаваемый для 3D-принтера формат. ... Печать ... Снятие напечатанного ... Пост-печатная обработка

ЗАДАНИЕ 17. Изобразите принципиальную электрическую схему двухзондового метода. Приведите рабочую формулу оценки удельного сопротивления полупроводника двухзондовым методом. Опишите требования, предъявляемые к форме образцов, в случае проведения измерений двухзондовым методом.

Ответ:

Принципиальная электрическая схема двухзондового метода:

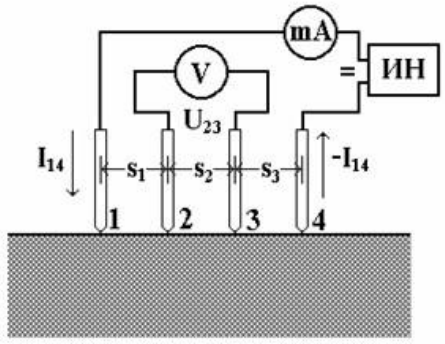


ИТ – источник тока, А – амперметр, Г – гальванометр, П – потенциометр, З1, З2 – зонды, К1, К2 – торцевые контакты.
В случае двухзондового метода, удельное сопротивление части образца, заключенной между зондами, определяют по формуле:

$$\rho = \frac{U}{I}\frac{S}{l}$$

, где S – поперечное сечение образца, l – расстояние между зондами, U – падение напряжения между зондами, I – сила тока в цепи.
Поскольку для определения удельного сопротивления необходимо знать поперечное сечение образца, то надо использовать образцы простой геометрической формы, что является существенным недостатком данного метода.

ЗАДАНИЕ 18. Изобразите принципиальную электрическую схему четырехзондового метода. Приведите рабочую формулу оценки удельного сопротивления полупроводника четырехзондовым методом. Опишите требования, предъявляемые к форме образцов, в случае проведения измерений четырехзондовым методом.
Ответ:
В случае четрехзондового метода существует множество схем расположения зондов. Одним из самых простых и распространенных является линейное расположение зондов.
Принципиальная электрическая схема четырехзондового метода:



, где ИН – источник напряжения, mA – миллиамперметр, V – вольтметр, I14 – сила тока в цепи (через зонды 1 и 4), U23 – разность потенциалов между зондами 2 и 3, S1=S2=S3 – расстояние между зондами.
Рабочая формула четырехзондового метода для полубесконечного образца, в случае, когда расстояния между зондами S1=S2=S3 равны:

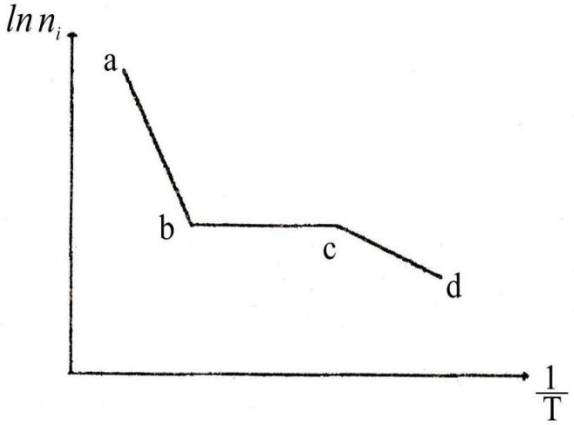
$$\rho = 2\pi s\frac{U_{23}}{I_{14}}$$

, где s - расстояние между зондами, U23 - разность потенциалов между зондами 2 и 3, I14 – сила тока в цепи.
В случае измерения удельного сопротивления образцов когда толщина образца d соизмерима с межзондовым расстоянием, что наблюдается в случае пластин кремния, используется другая рабочая формула:

$$\rho = \pi d \frac{U_{23}}{I_{14}} \cdot \ln 2$$

где d- толщина образца.
С помощью четырехзондового метода возможно измерение удельного сопротивления образцов любой формы и размеров. Условием для применения четырехзондового метода с точки зрения формы образца является наличие плоской поверхности, линейные размеры которой превосходят линейные размеры зондов.

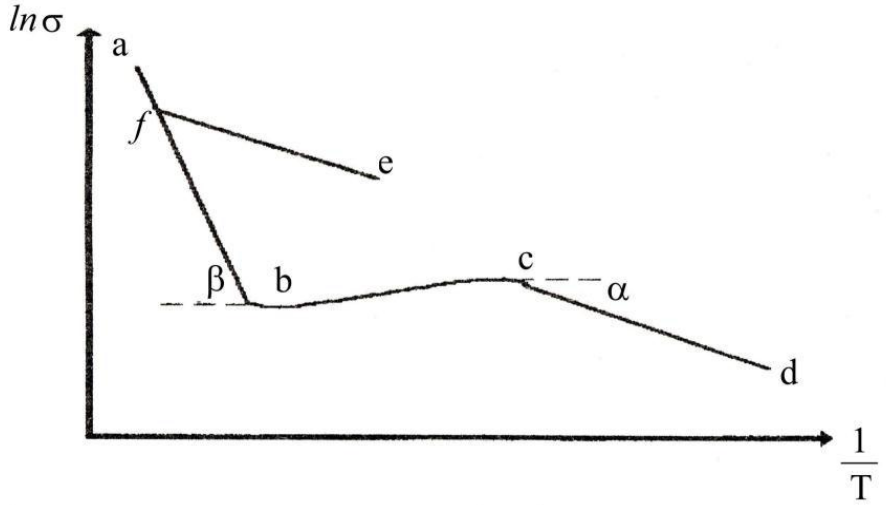
ЗАДАНИЕ 19. Изобразите и опишите вид температурной зависимости концентрации носителей заряда в полупроводнике, содержащего донорную примеси.
Ответ:
Поскольку концентрация как собственных, так и примесных носителей, в зоне проводимости полупроводника растет экспоненциально, то температурную зависимость представляют в логарифмическом масштабе.
Температурная зависимость концентрации носителей заряда в полупроводнике, содержащего примеси:



Участок ab соответствует собственной проводимости и наблюдается при высоких температурах, когда тепловая энергия kT > Eg. В этом случае рост концентрации электронов осуществляется за счет межзонных переходов.
Участок cd находится в области низких температур и проводимость обусловлена примесями. В этом случае kT < Eg тепловой энергии недостаточно для переходов электронов из валентной зоны в зону проводимости, однако достаточно для ионизации примеси, т.е. тепловая энергия выше энергии активации примеси kT > Ed.
При дальнейшем повышении температуры все донорные примеси будут ионизованы (истощены) и рост концентрации носителей прекратится (участок bc). Данный участок температурной зависимости называется областью истощения.

ЗАДАНИЕ 20. Изложите каким способом с помощью температурной зависимости проводимости можно определить ширину запрещенной зоны кремния.
Ответ:
Для оценки ширины запрещенной зоны кремния по температурной зависимости проводимости необходимо рассматривать высокотемпертатурный уча-

сток данной зависимости, когда тепловая энергия kT > Eg (участок ab на рисунке).



Используя угол наклона β участка ab можно определить ширину запрещенной зоны кремния с помощью соотношения:

$$\Delta E = 2k \cdot tg\beta$$

где k – постоянная Больцмана, ΔE – ширина запрещенной зоны

ЗАДАНИЕ 10. Оцените величину сопротивления алюминиевого цилиндра длиной 10 см и диаметром 5 мм. Удельное сопротивление алюминия принять равным $2,8*10^{-6}$ Ом*см.

Ответ:

Электрическое сопротивление проводника связано с его геометрическими размерами и удельным сопротивлением следующим соотношением:

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

где l – длина проводника, S – сечение проводника, ρ – удельное сопротивление

В данном случае $R=1.42 \cdot 10^{-4}$ Ом.

ЗАДАНИЕ 21. Напишите, как расшифровывается марка кремниевой пластины КДБ-10.

Ответ:

Кремний дырочного типа проводимости, легированный бором. Удельное сопротивление пластины 10 Ом·см.

ЗАДАНИЕ 22. Определите концентрацию донорной примеси в кремниевой пластине, легированной мышьяком. Удельное сопротивление пластины составляет 3 Ом·см, концентрация собственных носителей заряда $n_i=1,5 \cdot 10^{10}$ см$^{-3}$, подвижности электронов и дырок равны 1200 и 500 см^2/(В·с).

Ответ:

Удельное сопротивление примесного кремния n-типа определяется выражением:

$$\rho = \frac{1}{en\mu_n + ep\mu_p}$$

Подставив в данное уравнение числовые значения подвижности, удельного сопротивления и заряда электрона, получим:

$$3 = \frac{1}{1.6*10^{-19}(n*1200 + p*500)}$$

Отсюда:

$$2.1*10^{18} = 1200*n + 500*p$$

Согласно закону действующих масс:

$$np = n_i^2$$

Следовательно:

$$p = \frac{n_i^2}{n} = \frac{(1.5*10^{10})^2}{n}$$

Следовательно:

$$2.1*10^{18} = 1200*n + 500*\frac{(1.5*10^{10})^2}{n}$$

$$1200*n^2 + 2.1*10^{18}*n + 11.25*10^{23} = 0$$

$$n = \frac{2.1*10^{18} + \sqrt{(2.1*10^{18})^2 - 4*1200*1.125*10^{23}}}{2*1200} = 1.75*10^{15}\,cm^{-3}$$

ЗАДАНИЕ 23. Изобразите схематически различия в заполнении зон электронами в металлах и диэлектриках.

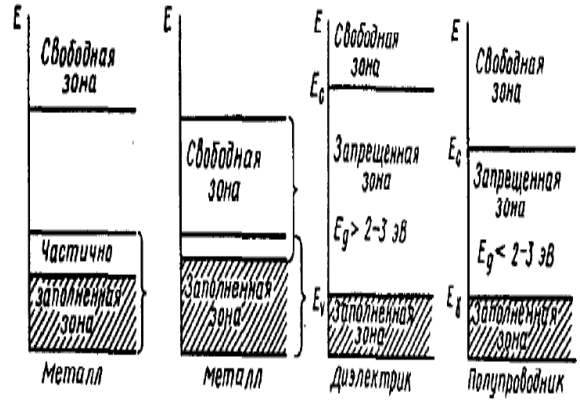
Ответ:

Изобразите схематически различия в заполнении зон электронами в металлах и диэлектриках.

В случае металлов, как правило, заполненная валентная зона перекрывается с зоной проводимости. Под действием внешнего электрического поля электроны будут переходить на более высокие свободные уровни свободной зоны (зоны проводимости).

В случае диэлектриков валентная зона заполнена электронами полностью и отделена от зоны проводимости запрещенной зоной Eg с шириной >3 эВ. В кристалле с такой зонной структурой внешнее поле не может создать электрического тока.

Варианты заполнения зон электронами в металле и диэлектрике показаны на рисунке:



ЗАДАНИЕ 24. Напишите, как расшифровывается марка кремниевой пластины КЭФ0,05.

Ответ:

Кремний электронного типа проводимости, легированный фосфором. Удельное сопротивление пластины 0,05 Ом·см.

ЗАДАНИЕ 25. Запишите выражение, связывающее постоянную Холла и концентрацию носителей заряда.

Ответ:

Постоянная Холла обратно пропорционален концентрации носителей заряда, а знак совпадает со знаком носителей заряда.

В случае электронов:

$$R = -\frac{1}{en}$$

В случае дырок:

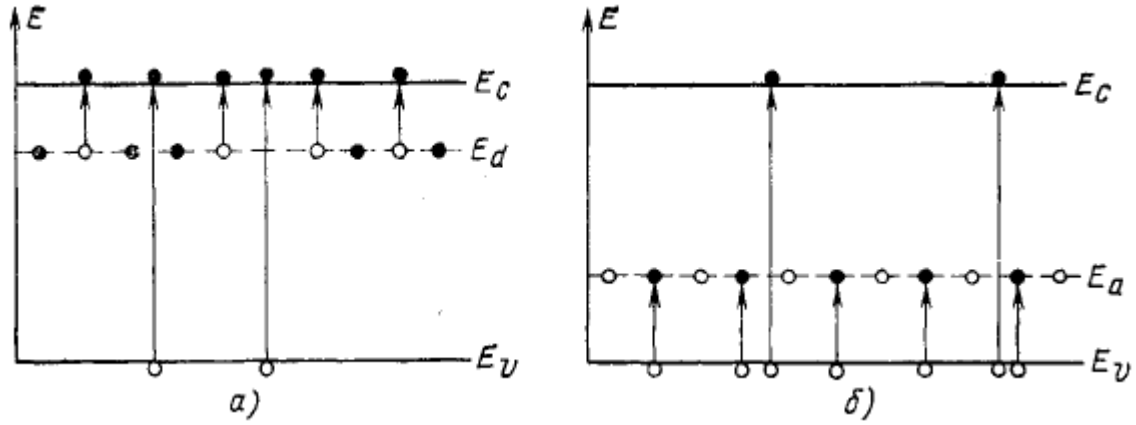
$$R = \frac{1}{ep}$$

где R – постоянная Холла, e – заряд электрона, n – концентрация электронов, p – концентрация дырок

ЗАДАНИЕ 26. Изобразите схематически энергетическую диаграмму донорного и акцепторного полупроводников.

Ответ:

Наличие примеси в кристалле полупроводника будет характеризоваться появлением локальных уровней, лежащих в запрещенной зоне. В случае донорной примеси появляется донорный уровень Ed, который располагается вблизи дна зоны проводимости Ec. В случае акцепторной примеси появляется акцепторный уровень Ea вблизи потолка валентной зоны Ev.

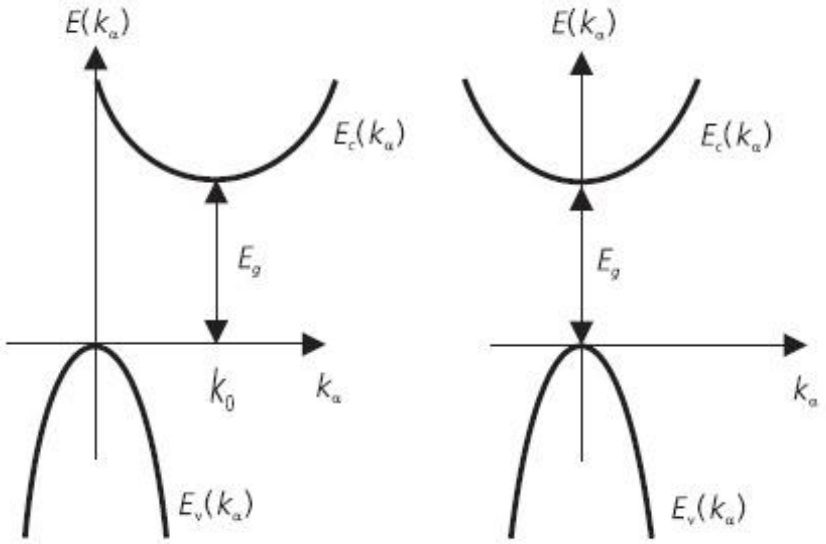


Энергетическая диаграмма донорного (а) и акцепторного (б) полупроводников.

ЗАДАНИЕ 27. Изобразите схематически зонную структуру прямозонного и непрямозонного полупроводника. Приведите примеры прямозонных и непрямозонных полупроводников.

Ответ:

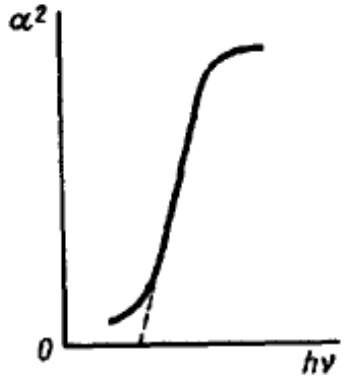
Схематическое изображение зонной структуры непрямозонного полупроводника (слева) и прямозонного (справа)



К непрямозонным полупроводникам относятся кремний, германий и т.д.
К прямозонным полупроводникам относятся GaAs, GaN и т.д.

ЗАДАНИЕ 28. Перечислите механизмы поглощения света полупроводниками.
Ответ:
Поглощение света в полупроводниках обусловлено, в основном, действием следующих механизмов:
1) Собственное поглощение - межзонные электронные переходы из валентной зоны в зону проводимости.
2) Экситонное поглощение – переходы, связанные с участием экситонных состояний.
3) Поглощение свободными носителями заряда – переходы электронов или дырок внутри соответствующих разрешенных зон.
4) Примесное поглощение – переходы с участием примесных состояний.
5) Решеточное (фононное) поглощение – поглощение света колебаниями кристаллической решетки.

ЗАДАНИЕ 29. Изобразите схематически зависимость квадрата коэффициента поглощения от энергии фотонов для прямых разрешенных переходов. Каким образом с помощью данной зависимости можно определить ширину запрещенной зоны полупроводника.
Ответ:
Зависимость квадрата коэффициента поглощения от энергии фотонов для прямых разрешенных переходов выглядит следующим образом:



Экстраполируя линейный участок данной зависимости к нулю, значение в точке пересечения с осью hv будет отражать величину ширины запрещенной зоны.

ЗАДАНИЕ 30. Объясните по какой причине многие диэлектрики при комнатной температуре оптически прозрачны.
Ответ:
Многие диэлектрики при комнатной температуре оптически прозрачны, поскольку в них отсутствуют электронные или колебательные переходы в видимой области спектра ((740-360) нм, (1,7-3,5 эВ)), так как энергии оптического излучения недостаточно для перевода электронов из валентной зоны в зону проводимости (если ширина запрещенной зоны больше 3,5 эВ). Например, кристаллы алмаза с шириной запрещенной зоны 5,2 эВ и корунда с шириной запрещенной зоны 7 эВ являются оптически прозрачными.

ОПК-3 Способен приобретать и использовать новую информацию
в своей предметной области,
предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач

Период окончания формирования компетенции: 3 семестр

Перечень дисциплин (модулей), практик, участвующих в формировании компетенции:

- Дисциплины (модули) (блок 1):
  - ✓ Б1.О.09 Компьютерные технологии в научных исследованиях (1 семестр);
  - ✓ Б1.О.10 Методы математического моделирования (1 семестр);
  - ✓ Б1.О.11 Физика приборов наноэлектроники (1 семестр);
  - ✓ Б1.О.12 Приборно-технологическое проектирование электронной компонентной базы (2 семестр)
  - ✓ Б1.О.13 Микроконтроллеры и операционные системы реального времени (3 семестр)

- Дисциплины (модули) (блок 3):
  Б3.01(Д) Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (4 семестр)

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Инструментарий информационной технологии составляет (Укажите все ответы):

а) компьютер
б) компьютерный стол
в) книги
г) программный продукт

ЗАДАНИЕ 2. Установите соответствие: этап поиска научной информации – инструментарий:

а) Интернет (поисковые системы)
б) текстовые процессоры

в) математические пакеты программ
г) пакеты программ моделирования

ЗАДАНИЕ 3. eLibrary.Ru – это

а) российская научная электронная библиотека
б) электронно-библиотечная система
в) библиографическая база данных научных публикаций российских учёных и индекс цитирования научных статей.
г) научная библиотека МГУ

ЗАДАНИЕ 4. ScienceDirect – это

а) наименование издательства
б) сайт, позволяющий осуществлять поиск научных публикаций по теме исследования
в) пакет прикладных программ для математических вычислений
г) российская научная электронная библиотека

ЗАДАНИЕ 5. SciLab – это

а) электронно-библиотечная система
б) сайт, позволяющий осуществлять поиск научных публикаций по теме исследования
в) свободно распространяемый пакет прикладных математических программ
г) язык программирования

ЗАДАНИЕ 6. МИНКРИСТ – это

а) электронно-библиотечная система
б) сайт научного журнала по структурной химии
в) наименование издательства
г) кристаллографическая база данных

ЗАДАНИЕ 7. Установите соответствие: этап получения научных результатов – инструментарий:

а) Интернет (поисковые системы)
б) текстовые процессоры
в) пакеты программ моделирования
г) программы создания презентаций

ЗАДАНИЕ 8. Вычислительный эксперимент в физике – это

а) **исследование физических проблем средствами вычислительной математики**
б) подключение компьютера для обработки физического эксперимента
в) автоматизированное управление физическим экспериментом
г) исследование устойчивости вычислительной задачи

ЗАДАНИЕ 9. Теория функционала плотности базируется на:

а) теореме Блоха
б) теоремах Хоэнберга-Кона
в) уравнениях Максвелла
г) законах Кеплера

ЗАДАНИЕ 10. Теорема Блоха является следствием:

а) инверсионной симметрии кристалла
б) трансляционной симметрии кристалла
в) анизотропии свойств кристалла

г) конечности размеров кристалла

ЗАДАНИЕ 11. Метод линеаризованных присоединенных плоских волн можно использовать для расчета электронной структуры (Укажите все ответы):

а) атома
б) молекулы
в) кристалла
г) нанопленки

ЗАДАНИЕ 12. В основе программного пакета Wien2k лежит:

а) метод псевдопотенциала
б) **метод линеаризованных присоединенных плоских волн**
в) метод линеаризованных присоединенных цилиндрических волн
г) метод ортогонализованных плоских волн

ЗАДАНИЕ 13. Метод линеаризованных присоединенных цилиндрических волн можно использовать для расчета электронной структуры (Укажите все ответы):

а) атома
б) молекулы
в) нанопленки
г) нанотрубки

ЗАДАНИЕ 14. Установите соответствие: этап презентации результатов научных исследований – инструментарий:

а) Интернет (поисковые системы)
б) текстовые процессоры
в) пакеты программ моделирования
г) программы создания презентаций

ЗАДАНИЕ 15. О программе MS Power Point можно сказать, что она:

а) предназначена для создания графических файлов
б) предназначена для создания презентаций
в) является мультимедиа приложением
г) входит в состав Windows

ЗАДАНИЕ 26.Выберите правильный вариант ответа:

Какие TCAD служат для приборно-технологического проектирования –
а) CADENCE
б) Sentaurus
в) AutoCad

ЗАДАНИЕ 27.Выберите правильный вариант ответа:

В САПР TCAD физические модели представлены:
а) в виде системы алгебраических уравнений;
б) в виде системы нелинейных дифференциальных уравнений;
в) в виде системы нелинейных дифференциальных уравнений с соответствующими граничными и начальными условиями;
г) в виде набора значений физических величин.

ЗАДАНИЕ 28.Выберите правильный вариант ответа:

Выбор размеров элементов сетки в методе конечных элементов определяется:
а) достижением приемлемой сходимости и точности расчета;
б) затратами времени на вычисление;

в) размерами и формой структуры, наличием и величиной градиентов физических параметров;
г) всеми перечисленными факторами в совокупности.

ЗАДАНИЕ 29.Выберите правильный вариант ответа:
Теория ЛШШ (Линдхарда-Шарфа-Шиотта) описывает:
а) процесс окисления;
б) диффузионное перераспределение примесей при высокотемпературной обработке;
в) процесс ионной имплантации.
ЗАДАНИЕ 30.Выберите правильный вариант ответа:
Процесс ионной имплантации в аморфном полупроводнике описывается с помощью:
а) симметричного распределения Гаусса;
в) распределения Гаусса с обобщенным экспоненциальным «хвостом»;
г) распределения Пирсон-IV;
д) распределения Пирсон-IV с линейно-экспоненциальным «хвостом».

ЗАДАНИЕ 31. Выберите правильный вариант ответа:
Скорость протекания процесса при окислении кремния определяется:
а) временем окисления;
б) скоростью диффузии окислителя в слое окисла по направлению к границе окисел-кремний;
в) размерами диффузионной печи.

ЗАДАНИЕ 32. Выберите правильный вариант ответа:
При моделировании процесса окисления кремния учитываются:
а) зависимость скорости процесса от температуры;
б) зависимость скорости процесса от парциального давления компонентов окисляющей среды;
в) зависимость скорости процесса от ориентации подложки, механических напряжений и уровня легирования;
г) от всех перечисленных факторов.

ЗАДАНИЕ 33. Выберите правильный вариант ответа:
Сегрегация примеси - это:
а) явление перераспределения примеси между окислом и полупроводником, происходящие при высокой температуре из-за различия растворимости и коэффициентов диффузии примеси в полупроводнике и окисле;
б) встраивание атомов примеси в кристаллическую решетку полупроводника;
в) обеднение примесью поверхности полупроводника, происходящие при его нагреве в инертной среде;
г) перераспределение примеси в объеме полупроводника при высокой температуре.

ЗАДАНИЕ 34. Выберите правильный вариант ответа:
К какому поколению САПР приборно-технологического проектирования относится САПР Sentaurus:
а) I поколение;
б) II поколение;
в) III поколение.

ЗАДАНИЕ 35. Выберите правильный вариант ответа:

Наклон подложки относительно направления падения ионного пучка при проведении процесса ионной имплантации необходим для:
а) предотвращения распыления материала с поверхности подложки;
б) более равномерного распределения примеси в латеральном направлении;
в) предотвращения эффекта каналирования ионов в монокристаллическом полупроводнике;
г) уменьшения нагрева поверхности подложки.

ЗАДАНИЕ 36. Выберите правильный вариант ответа:
Количество введенной в полупроводник примеси в процессах диффузии и ионной имплантации характеризуется:
а) полным количеством атомов примеси;
б) концентрацией примеси;
в) дозой примеси;
г) дозой активной примеси.

ЗАДАНИЕ 37. Выберите правильный вариант ответа:
Для визуализации двухкоординатных графиков в Sentaurus TCAD используется:
а) модуль Inspect;
б) модуль Tecplot;
в) внешние графические программы;
г) модули Inspect и Tecplot.

ЗАДАНИЕ 38. Выберите правильный вариант ответа:
Узлом эксперимента в Sentaurus Workbench называется:
а) ячейка, содержащая иконку с обозначением приложения;
б) ячейка, содержащая значение, которое присваивается параметру;
в) ячейка, содержащая имя параметра.

ЗАДАНИЕ 39. Выберите правильный вариант ответа:
Для расчета электрофизических параметров в в Sentaurus TCAD используется:
а) модуль SProcess;
б) модуль SNMesh;
в) модуль SDevice.

2) открытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Какой метод расчета зонной структуры лежит в основе программного пакета Quantum Espresso?

Ответ: **метод псевдопотенциала**

ЗАДАНИЕ 2. Какой метод расчета зонной структуры лежит в основе программного комплекса FilmAll?

Ответ: **метод линеаризованных присоединенных плоских волн для пленок**

ЗАДАНИЕ 3. Сколько типов трёхмерных решеток Браве вам известно?

Ответ: **14**

ЗАДАНИЕ 4. Сколько типов двумерных решеток Браве вам известно?

Ответ: **5**

ЗАДАНИЕ 5. Какие функции используются в качестве базисных в методе плоских волн?

Ответ: $\frac{1}{\sqrt{\Omega_{WS}}} e^{i\vec{k}_\mu \vec{r}}$

ЗАДАНИЕ 6. К какому поколению САПР приборно-технологического проектирования относится САПР Senturus?
Ответ: III поколение

ЗАДАНИЕ 7. Какая электрофизическая характеристика будет рассчитана при задании аргумента DonorConcentration в блоке Plot командного файла программного модуля SDevice?
Ответ: концентрация донорной примеси

ЗАДАНИЕ 8. Какая электрофизическая характеристика будет рассчитана при задании аргумента TotalConcentration в блоке Plot командного файла программного модуля SDevice?
Ответ: суммарная концентрация примесей

ЗАДАНИЕ 9. Какая электрофизическая характеристика будет рассчитана при задании аргумента eMobility в блоке Plot командного файла программного модуля SDevice?
Ответ: подвижность электронов

ЗАДАНИЕ 10. Какая электрофизическая характеристика будет рассчитана при задании аргумента hMobility в блоке Plot командного файла программного модуля SDevice?
Ответ: подвижность дырок

ЗАДАНИЕ 11. Какая электрофизическая характеристика будет рассчитана при задании аргумента ElectricField в блоке Plot командного файла программного модуля SDevice?
Ответ: напряженность электрического поля

ЗАДАНИЕ 12. Какая электрофизическая характеристика будет рассчитана при задании аргумента ElectrostaticPotential в блоке Plot командного файла программного модуля SDevice?
Ответ: электростатический потенциал

ЗАДАНИЕ 13. Какая технологическая операция программного модуля SProcess описывается командой deposit?
Ответ: осаждение

ЗАДАНИЕ 14. Какая технологическая операция программного модуля SProcess описывается командой diffuse?
Ответ: диффузия

ЗАДАНИЕ 15. Какая технологическая операция программного модуля SProcess описывается командой etching?
Ответ: травление

ЗАДАНИЕ 16. Какая технологическая операция программного модуля SProcess описывается командой implant?
Ответ: имплантация

ЗАДАНИЕ 17. Какая технологическая операция программного модуля SProcess описывается командой strip Photoresist?
Ответ: удаление фоторезиста

ЗАДАНИЕ 18. Какой параметр процесса ионной имплантации задается аргументом dose в команде implant программного модуля SProcess?
Ответ: доза

ЗАДАНИЕ 19. Какой параметр процесса ионной имплантации задается аргументом energy в команде implant программного модуля SProcess?
Ответ: энергия

ЗАДАНИЕ 20. Какой параметр процесса ионной диффузии задается аргументом temperature в команде diffuse программного модуля SProcess?
Ответ: температура

ЗАДАНИЕ 21. Какой параметр процесса ионной диффузии задается аргументом time в команде diffuse программного модуля SProcess?
Ответ: время

3) открытые задания (мини-кейсы, повышенный уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Чем различаются понятия «информационные технологии» и «компьютерные технологии»?

Ответ:

Под термином информационная технология понимают современные виды информационного обслуживания, основанные на использовании средств вычислительной техники, связи, множительных средств и оргтехники.
Компьютерные технологии – это обобщенное название технологий, отвечающих за хранение, передачу, обработку, защиту и воспроизведение информации с использованием компьютеров. Они являются частью информационных и обеспечивают сбор, обработку, хранение и передачу информации с помощью ЭВМ.

ЗАДАНИЕ 2. За счет каких факторов компьютерные технологии повышают уровень эффективности научных исследований?

Ответ:

КТ повышают уровень эффективности работ в науке за счет следующих факторов:
• Упрощение и ускорение процессов обработки, передачи, представления и хранения информации.
• Увеличение объема полезной информации с обобщением опыта научных разработок.
• Обеспечение точности и качества решаемых задач. Возможность реализации ранее не решаемых задач. Постановка исследований и получение результатов, недостижимых другими средствами.
• Сокращение сроков разработки, трудоемкости и стоимости научно-исследовательских работ.

ЗАДАНИЕ 3. Сформулируйте основные направления рационального применения компьютерных технологий в научных исследованиях.

Ответ:

• Поиск научно-технической информации.
• Получение научных результатов.
• Презентация результатов научных исследований.

ЗАДАНИЕ 4. Какие задачи решаются на этапе сбора и обработки научно-технической информации?

Ответ:

Целью данного этапа является получение ответов на следующие вопросы:
• Какие авторы или научные группы занимаются аналогичной темой?
• Каковы известные решения по исследуемой теме?
• Какими известными методами и средствами решаются исследуемые проблемы?
• Каковы недостатки известных решений и какими путями их пытаются преодолеть?
Основной деятельностью на данном этапе является работа с научно-техническими документами, которая включает поиск, ознакомление, проработку документов и систематизацию информации. Поиск выполняется по каталогам, реферативным и библиографическим изданиям, электронным базам данных в сети Интернет.

ЗАДАНИЕ 5. Какие базы данных электронных научных публикаций вам известны?

Ответ:

Поиск электронных научных публикаций можно осуществлять на следующих платформах: eLIBRARY.RU (российская электронная библиотека научных публикаций), ScienceResearch, ScienceDirect, ArXiv.org и др.

ЗАДАНИЕ 6. Какова роль математического моделирования в научных исследованиях?

Ответ:

Применением математических моделей и вычислительной техники реализуется один из наиболее эффективных методов научных исследований – вычислительный эксперимент, который позволяет изучать поведение сложных систем, с трудом поддающееся физическому эксперименту. Это связано с большой сложностью или невозможностью проведения последнего.
Для математического моделирования целесообразно использовать программные средства, разработанные высококвалифицированными специалистами с использованием последних достижений прикладной математики и программирования.

ЗАДАНИЕ 7. Из каких этапов состоит процесс компьютерного решения научно-исследовательских задач?

Ответ:

Можно выделить следующие этапы данного процесса:
• постановка задачи;
• математическое описание задачи;
• выбор и обоснование метода решения;
• алгоритмизация вычислительного процесса;
• составление программы;
• отладка программы;

• решение задачи на компьютере и анализ результатов.
Нужно отметить, что некоторые этапы могут отсутствовать.

ЗАДАНИЕ 8. Перечислите базовые алгоритмические структуры.

Ответ:

Логическая структура любого алгоритма может быть представлена комбинацией трех базовых структур: следования (линейная структура), ветвления и цикла.

ЗАДАНИЕ 9. В чем заключается требование устойчивости вычислительного алгоритма?

Ответ:

Вычислительный алгоритм должен удовлетворять некоторым необходимым требованиям. Важнейшее из них – устойчивость. Это требование означает, что малым изменениям исходных данных должно соответствовать малое изменение результата выполнения алгоритма.

ЗАДАНИЕ 10. Опишите идею теории функционала плотности. На каких теоремах базируется эта теория?

Ответ:

Основная цель теории функционала плотности состоит в том, чтобы при описании электронной подсистемы заменить многоэлектронную волновую функцию плотностью заряда электронной подсистемы исследуемого объекта – электронной плотностью ρ(r).
Теория функционала плотности базируется на двух теоремах Хоэнберга – Кона и на уравнениях Кона – Шэма

ЗАДАНИЕ 11. Сформулируйте теорему Блоха для электронов в кристалле.

Ответ:

Важнейшим следствием трансляционной периодичности кристаллического потенциала является теорема Блоха:
Собственные состояния ψ оператора Гамильтона

$$\mathbf{H} = -\nabla^2 + V(\mathbf{r}),$$

где $V(\mathbf{r}+\mathbf{R}_n)=V(\mathbf{r})$ **при всех** $\mathbf{R}_n$ **из решетки Браве, могут быть выбраны таким образом, чтобы с каждым из них был связан некоторый волновой вектор k и для любого** $\mathbf{R}_n$ **из решетки Браве выполнялось равенство**

$$\psi_{l\mathbf{k}}(\mathbf{r}+\mathbf{R}_n) = e^{i\mathbf{k}\mathbf{R}_n}\psi_{l\mathbf{k}}(\mathbf{r})$$

ЗАДАНИЕ 12. Опишите идею вариационного метода Ритца для решения одноэлектронного уравнения Шрёдингера.

Ответ:

Метод Ритца заключается в следующем. Берется некоторая система так называемых *базисных функций* $\varphi_1, \varphi_2, ..., \varphi_n$, удовлетворяющих граничным условиям и по возможности наилучшим образом соответствую-щих существу задачи. Собственная волновая функция ищется в виде линейной комбинации этих базисных функций:

$$\psi(\mathbf{r}) = \sum_{\mu=1}^{m} C_\mu \varphi_\mu(\mathbf{r})$$

в которой вариационные параметры C_μ **определяются из условия минимума функционала энергии.**

ЗАДАНИЕ 13. Опишите возможности программного комплекса Quantum Espresso.

Ответ:

Quantum ESPRESSO – программный пакет, построенный на базе теории функционала электронной плотности и методе псевдопотенциала. Представляет собой мощный инструмент для энергетических расчетов многоэлектронных систем (в частности - твердых тел). Он позволяет определять полную энергию, зонную структуру, полную и парциальные плотности электронных состояний, оптические свойства, рентгеновские спектры излучения и поглощения изучаемого материала, и ряд других характеристик.

ЗАДАНИЕ 14. Какие входные данные необходиимо подготовить для моделирования электронной структуры и свойств кристаллических структур в программе Quantum Espresso?

Ответ:

Входными данными при использовании Quantum Espresso являются типы атомов, которые содержатся в исследуемом соединении, тип решетки Браве этого соединения, параметры решетки, координаты атомов в элементарной ячейке и вид псевдопотенциала.

ЗАДАНИЕ 15. Опишите возможности программного комплекса Wien2k.

Ответ:

Программный пакет Wien2k позволяет определять фундаментальные характеристики электронного строения материалов, в том числе зонную структуру, спектры полной и парциальных плотностей электронных состояний, спектры рентгеновского излучения, поглощения и др. В основе программного пакета Wien2k лежит полнопотенциальный метод линеаризованных присоединенных плоских волн.

ЗАДАНИЕ 16. Какие входные данные необходиимо подготовить для моделирования электронной структуры и свойств кристаллических структур в программе Wien2k?

Ответ:

Входными данными при использовании Wien2k являются типы атомов, которые содержатся в исследуемом соединении, тип решетки Браве этого соединения, параметры решетки, координаты атомов в элементарной ячейке и вид обменно-корреляционного потенциала.

ЗАДАНИЕ 17. Опишите возможности программного комплекса FilmAll?

Ответ:

Программный пакет FilmAll позволяет рассчитывать зонную структуру, спектры полной и парциальных плотностей электронных состояний, спектры рентгеновского излучения и поглощения нанопленок. В основе программного пакета FilmAll лежит метод линеаризованных присоединенных плоских волн, модифицированный для пленок.

ЗАДАНИЕ 18. Какие входные данные необходиимо подготовить для моделирования электронной структуры и свойств кристаллических структур в программе FilmAll (собственная разработка)?

Ответ:

Входными данными при использовании FilmAll являются типы атомов, которые содержатся в исследуемом соединении, начальное приближение для

знергии электронных оболочек этих атомов, параметры решетки, координаты атомов в элементарной ячейке пленки.

ЗАДАНИЕ 19. Какую информацию предоставляет расчет электронной зонной структуры кристалла?

Ответ:

Расчет зонной структуры предоставляет информацию о структуре энергетических зон вблизи уровня Ферми. Расчет парциальных плотностей состояний дает информацию о симметрии состояний, формирующих электронную структуру вблизи уровня Ферми.

ЗАДАНИЕ 20. Какова роль компьютерных технологий в оформлении результатов научных исследований?

Ответ:

Результаты научных исследований могут быть представлены в виде отчета, доклада, статьи и т.п., в оформлении которых широко используются средства вычислительной техники. Обычно процесс создания научного документа включает:

• Подготовку текстовой части, содержащей формулы и спецсимволы.
• Формирование таблиц и их графическое отображение.
• Подготовку иллюстраций в виде схем, рисунков, чертежей, графиков, диаграмм.
• Грамматический и лексический контроль.
• Прямой и обратный переводы.
• Форматирование документа и печать.

Названные операции в основном поддерживаются текстовыми и табличными процессорами общего назначения, системами грамматического контроля, автоматизированного перевода, а также комплексными и интегрированными системами.

Подготовка научных работ, насыщенных математическими формулами, представляет определенные трудности. Проблема решается использованием специальных редакторов научных документов (MathType, OpenOffice Writer, LaTex и т.п.)

ЗАДАНИЕ 21. Опишите последовательность технологических операций, описанных в командном файле программного модуля SProcess:
deposit Nitride thickness = 700<nm>
etch Nitride etchstop = Oxide rate = 100<nm/min> type = anisotropic

Ответ: Осаждение слоя нитрида кремния толщиной 700 нм
Анизотропное травление нитрида кремния со скоростью 100 нм/мин до границы с окислом.

ЗАДАНИЕ 22. Опишите последовательность технологических операций, описанных в командном файле программного модуля SProcess:
region Silicon xlo = 0<mkm> xhi = –6<mkm> ylo = 0<mkm> yhi = 10<mkm>
init field=Boron concentration = 1e+15<cm–3> wafer.orient=100

Ответ: Задание области моделирования кремниевой подложки с координатами по оси X (–6; 0) мкм и по оси Y (0; 10) мкм
Заданная область легирована бором с концентрацией 10^{15} $см^{-3}$ и имеет ориентацию кремния (100)

ЗАДАНИЕ 23. Опишите последовательность технологических операций, описанных в командном файле программного модуля SProcess:
implant Phosphorus dose = 1.6e13<cm–2> energy = 50<keV>
diffuse temperature = 1000<gradC> time = 3<min> O2
Ответ: Имплантация фосфора с дозой $1.6 \cdot 10^{13}$ $см^{-2}$ и энергией 50 кэВ
Диффузия при температуре 1000 °С в течение 3 минут в атмосфере сухого кислорода

ЗАДАНИЕ 24. Опишите последовательность технологических операций, описанных в командном файле программного модуля SProcess:
deposit PolySilicon thickness = 1000<nm>
mask name = gate segments = {0 0.5 } negative
photo mask = gate thickness = 1000<nm>
etch PolySilicon etchstop = oxide type = anisotropic rate = 100
strip Photoresist
Ответ: Осаждение слоя поликремния толщиной 1000 нм
Задание негативной маски с именем gate с координатами сегмента 0 мкм 0.5 мкм
Нанесение маски с именем gate толщиной фоторезиста 1000 нм
Анизотропное травление поликремния со скоростью 100 нм/мин до границы с окислом
Удаление фоторезиста

ЗАДАНИЕ 25. Опишите последовательность технологических операций, описанных в командном файле программного модуля SProcess:
deposit PolySilicon thickness = 1000<nm>
mask name = gate segments = {0 0.5 } negative
photo mask = gate thickness = 1000<nm>
etch PolySilicon etchstop = oxide type = anisotropic rate = 100
strip Photoresist
Ответ: Осаждение слоя поликремния толщиной 1000 нм
Задание негативной маски с именем gate с координатами сегмента 0 мкм 0.5 мкм
Нанесение маски с именем gate толщиной фоторезиста 1000 нм
Анизотропное травление поликремния со скоростью 100 нм/мин до границы с окислом
Удаление фоторезиста

ЗАДАНИЕ 26. Опишите последовательность технологических операций, описанных в командном файле программного модуля SProcess:
contact x =–0.5 y =–0.675 point name = "gate" PolySilicon
contact x = –0.3 y = –2.675 point name = "source" Aluminum
contact x = –0.3 y =+2.675 point name = "drain" Aluminum
Ответ: Описание поликремниевого контакта с именем gate для области, в которой расположена точка с координатами x =–0.5 мкм и y =–0.675 мкм
Описание алюминиевого контакта с именем source для области, в которой расположена точка с координатами x =–0.3 мкм и y =–2.675 мкм
Описание алюминиевого контакта с именем drain для области, в которой расположена точка с координатами x =–0.3 мкм и y =+2.675 мкм

ЗАДАНИЕ 27. Каково назначение и значение параметра AreaFactor в блоке Physics командного файла программного модуля SDevice:

Physics { AreaFactor = 1e3 EffectiveIntrinsicDensity(Slotboom)
Mobility(DopingDependence
HighFieldSaturation(GradQuasiFermi)
NormalElectricField)
Recombination(SRH(DopingDependence)
Band2Band Auger Avalanche)
Temperature = 300 }

Ответ: AreaFactor задает толщину двухмерной структуры, преобразуя её в трёхмерную, толщиной 1000 мкм

ЗАДАНИЕ 28. Каково назначение параметра EffectiveIntrinsicDensity(Slotboom) в блоке Physics командного файла программного модуля SDevice:

Physics { AreaFactor = 1e3 EffectiveIntrinsicDensity(Slotboom)
Mobility(DopingDependence
HighFieldSaturation(GradQuasiFermi)
NormalElectricField)
Recombination(SRH(DopingDependence)
Band2Band Auger Avalanche)
Temperature = 300 }

Ответ: Параметр EffectiveIntrinsicDensity(Slotboom) позволяет включить модель сужения ширины запрещенной зоны от концентрации примесей

ЗАДАНИЕ 29. Каково назначение аргументов параметра Mobility в блоке Physics командного файла программного модуля SDevice:

Physics { AreaFactor = 1e3 EffectiveIntrinsicDensity(Slotboom)
Mobility(DopingDependence
HighFieldSaturation(GradQuasiFermi)
NormalElectricField)
Recombination(SRH(DopingDependence)
Band2Band Auger Avalanche)
Temperature = 300 }

Ответ: Параметр Mobility служит для задания моделей, учитывающих изменение подвижности носителей заряда под действием следующих факторов: DopingDependence – зависимость от концентрации примесей; HighFieldSaturation(GradQuasiFermi) – насыщение дрейфовой скорости носителей заряда в сильном электрическом поле; NormalElectricField – влияние нормального к поверхности подложки электрического поля

ЗАДАНИЕ 30. Каково назначение аргументов параметра Recombination в блоке Physics командного файла программного модуля SDevice:

Physics { AreaFactor = 1e3 EffectiveIntrinsicDensity(Slotboom)
Mobility(DopingDependence
HighFieldSaturation(GradQuasiFermi)
NormalElectricField)
Recombination(SRH(DopingDependence)
Band2Band Auger Avalanche)
Temperature = 300 }

Ответ: Параметр Recombination служит для задания моделей, учитывающих процессы генерации-рекомбинации носителей заряда: SRH(DopingDependence) – рекомбинация носителей заряда по модели Шокли-Рида-Холла с учетом зависимости от концентрации примесей; Band2Band – генерация носителей заряда путем туннельного перехода зона-зона; Auger –

Оже-рекомбинация; Avalanche – лавинная генерация (или ударная генерация) электронно-дырочных пар

ЗАДАНИЕ 31. Какие концентрационные характеристики будут рассчитаны в блоке Plot командного файла программного модуля SDevice:
Plot{ AcceptorConcentration DonorConcentration DopingConcentration
TotalConcentration eDensity hDensity eMobility hMobility
BuiltinPotential ElectricField ElectrostaticPotential SpaceCharge
SRHRecombination TotalRecombination eCurrentDensity
hCurrentDensity TotalCurrentDensity eDriftVelocity hDriftVelocity
eGradQuasiFermi/Vector hGradQuasiFermi/Vector
eQuasiFermiPotential hQuasiFermiPotential AvalancheGeneration}?
Ответ: AcceptorConcentration –концентрация акцепторных примесей; DonorConcentration – концентрация донорных примесей; DopingConcentration – разность
TotalConcentration Параметр Recombination служит для задания моделей, учитывающих процессы генерации-рекомбинации носителей заряда: SRH(DopingDependence) – рекомбинация носителей заряда по модели Шокли-Рида-Холла с учетом зависимости от концентрации примесей; Band2Band – генерация носителей заряда путем туннельного перехода зона-зона; Auger – Оже-рекомбинация; Avalanche – лавинная генерация (или ударная генерация) электронно-дырочных пар

ЗАДАНИЕ 32. Составить фрагмент командного файла программного модуля Sprocess для выполнения следующей последовательности технологических операций:
- исходная подложка марки КЭФ0,2 с ориентацией (110);
- окисление в сухом кислороде в течение 45 минут при температуре 1200 °С;
- нормальная имплантация ионов бора с энергией 100 кэВ и дозой 100 мкКл/см2.
Ответ:
init field=Phosphorus Silicon resistivity=0.2 wafer.orient=110
diffuse temperature = 1200 time = 45 O2

ЗАДАНИЕ 33. Составить фрагмент командного файла программного модуля Sprocess для выполнения следующей последовательности технологических операций:
- исходная подложка марки КЭФ0,2 с ориентацией (100);
- нанесение окисла толщиной 0.1 мкм;
- имплантация ионов бора с энергией 100 кэВ и дозой $6.25 \cdot 10^{14}$ $см^{-2}$.
Ответ:
init field=Phosphorus Silicon resistivity=0.2 wafer.orient=100
deposit oxide thickness = 0.1
implant Boron dose = 6.25e+14energy = 100

ЗАДАНИЕ 34. Составить фрагмент командного файла программного модуля Sprocess для выполнения следующей последовательности технологических операций:
- нанесение слоя поликремния толщиной 1 мкм;
- нанесение ранее созданной маски с именем gate с толщиной фоторезиста 1 мкм;
- анизотропное травление поликремния со скоростью 100 нм/мин до границы с окислом;
- удаление фоторезиста.

Ответ:
deposit PolySilicon thickness = 1
photo mask = gate thickness = 1
etch PolySilicon etchstop = oxide type = anisotropic rate = 100
strip Photoresist

ЗАДАНИЕ 35. Составить фрагмент командного файла программного модуля Sprocess для выполнения следующей последовательности технологических операций:
- имплантация ионов фосфора с энергией 50 кэВ и дозой $6.25 \cdot 10^{14}$ $см^{-2}$.
- диффузия в сухом кислороде в течение 3 минут при температуре 1000 °С;

Ответ:
implant Phosphorus dose = $6.25 \cdot 10^{14}$ energy = 50
diffuse temperature = 1000 time = 3 O2

ОПК-4 Способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач

Период окончания формирования компетенции: 3 семестр

Перечень дисциплин (модулей), практик, участвующих в формировании компетенции:

– Дисциплины (модули) (блок 1):
  - ✓ Б1.О.09 Компьютерные технологии в научных исследованиях (1 семестр);
  - ✓ Б1.О.12 Приборно-технологическое проектирование электронной компонентной базы (2 семестр)
  - ✓ Б1.О.13 Микроконтроллеры и операционные системы реального времени (3 семестр)

– Дисциплины (модули) (блок 3):
  Б3.01(Д) Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (4 семестр)

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:
1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Инструментарий информационной технологии составляет (Укажите все ответы):

а) компьютер
б) компьютерный стол
в) книги
г) программный продукт

ЗАДАНИЕ 2. Установите соответствие: этап поиска научной информации – инструментарий:

а) Интернет (поисковые системы)
б) текстовые процессоры
в) математические пакеты программ
г) пакеты программ моделирования

ЗАДАНИЕ 3. eLibrary.Ru – это

а) российская научная электронная библиотека

б) электронно-библиотечная система

в) библиографическая база данных научных публикаций российских учёных и индекс цитирования научных статей.

г) научная библиотека МГУ

ЗАДАНИЕ ЗАДАНИЕ 4. ScienceDirect – это

а) наименование издательства

б) сайт, позволяющий осуществлять поиск научных публикаций по теме исследования

в) пакет прикладных программ для математических вычислений

г) российская научная электронная библиотека

ЗАДАНИЕ 5. SciLab – это

а) электронно-библиотечная система

б) сайт, позволяющий осуществлять поиск научных публикаций по теме исследования

в) свободно распространяемый пакет прикладных математических программ

г) язык программирования

ЗАДАНИЕ 6. МИНКРИСТ – это

а) электронно-библиотечная система

б) сайт научного журнала по структурной химии

в) наименование издательства

г) кристаллографическая база данных

ЗАДАНИЕ 7. Установите соответствие: этап получения научных результатов – инструментарий:

а) Интернет (поисковые системы)

б) текстовые процессоры

в) пакеты программ моделирования

г) программы создания презентаций

ЗАДАНИЕ 8. Вычислительный эксперимент в физике – это

а) **исследование физических проблем средствами вычислительной математики**

б) подключение компьютера для обработки физического эксперимента

в) автоматизированное управление физическим экспериментом

г) исследование устойчивости вычислительной задачи

ЗАДАНИЕ 9. Теория функционала плотности базируется на:

а) теореме Блоха

б) теоремах Хоэнберга-Кона

в) уравнениях Максвелла

г) законах Кеплера

10. Теорема Блоха является следствием:

а) инверсионной симметрии кристалла

б) трансляционной симметрии кристалла

в) анизотропии свойств кристалла

г) конечности размеров кристалла

ЗАДАНИЕ 11. Метод линеаризованных присоединенных плоских волн можно использовать для расчета электронной структуры (Укажите все ответы):

а) атома
б) молекулы
в) кристалла
г) нанопленки

ЗАДАНИЕ 12. В основе программного пакета Wien2k лежит:

а) метод псевдопотенциала
б) **метод линеаризованных присоединенных плоских волн**
в) метод линеаризованных присоединенных цилиндрических волн
г) метод ортогонализованных плоских волн

ЗАДАНИЕ 13. Метод линеаризованных присоединенных цилиндрических волн можно использовать для расчета электронной структуры (Укажите все ответы):

а) атома
б) молекулы
в) нанопленки
г) нанотрубки

ЗАДАНИЕ 14. Установите соответствие: этап презентации результатов научных исследований – инструментарий:

а) Интернет (поисковые системы)
б) текстовые процессоры
в) пакеты программ моделирования
г) программы создания презентаций

ЗАДАНИЕ 15. О программе MS Power Point можно сказать, что она:

а) предназначена для создания графических файлов
б) предназначена для создания презентаций
в) является мультимедиа приложением
г) входит в состав Windows

ЗАДАНИЕ 16.Выберите правильный вариант ответа:

Какие TCAD служат для приборно-технологического проектирования –
а) CADENCE
б) Sentaurus
в) AutoCad

ЗАДАНИЕ 17.Выберите правильный вариант ответа:

В САПР TCAD физические модели представлены:
а) в виде системы алгебраических уравнений;
б) в виде системы нелинейных дифференциальных уравнений;
в) в виде системы нелинейных дифференциальных уравнений с соответствующими граничными и начальными условиями;
г) в виде набора значений физических величин.

ЗАДАНИЕ 18.Выберите правильный вариант ответа:

Выбор размеров элементов сетки в методе конечных элементов определяется:
а) достижением приемлемой сходимости и точности расчета;
б) затратами времени на вычисление;
в) размерами и формой структуры, наличием и величиной градиентов физических параметров;
г) всеми перечисленными факторами в совокупности.

ЗАДАНИЕ 19.Выберите правильный вариант ответа:

Теория ЛШШ (Линдхарда-Шарфа-Шиотта) описывает:

а) процесс окисления;

б) диффузионное перераспределение примесей при высокотемпературной обработке;

в) процесс ионной имплантации.

ЗАДАНИЕ 20.Выберите правильный вариант ответа:

Процесс ионной имплантации в аморфном полупроводнике описывается с помощью:

а) симметричного распределения Гаусса;

в) распределения Гаусса с обобщенным экспоненциальным «хвостом»;

г) распределения Пирсон-IV;

д) распределения Пирсон-IV с линейно-экспоненциальным «хвостом».

ЗАДАНИЕ 21. Выберите правильный вариант ответа:

Скорость протекания процесса при окислении кремния определяется:

а) временем окисления;

б) скоростью диффузии окислителя в слое окисла по направлению к границе окисел-кремний;

в) размерами диффузионной печи.

ЗАДАНИЕ 22. Выберите правильный вариант ответа:

При моделировании процесса окисления кремния учитываются:

а) зависимость скорости процесса от температуры;

б) зависимость скорости процесса от парциального давления компонентов окисляющей среды;

в) зависимость скорости процесса от ориентации подложки, механических напряжений и уровня легирования;

г) от всех перечисленных факторов.

ЗАДАНИЕ 23. Выберите правильный вариант ответа:

Сегрегация примеси - это:

а) явление перераспределения примеси между окислом и полупроводником, происходящие при высокой температуре из-за различия растворимости и коэффициентов диффузии примеси в полупроводнике и окисле;

б) встраивание атомов примеси в кристаллическую решетку полупроводника;

в) обеднение примесью поверхности полупроводника, происходящие при его нагреве в инертной среде;

г) перераспределение примеси в объеме полупроводника при высокой температуре.

ЗАДАНИЕ 24. Выберите правильный вариант ответа:

К какому поколению САПР приборно-технологического проектирования относится САПР Sentaurus:

а) I поколение;

б) II поколение;

в) III поколение.

ЗАДАНИЕ 25. Выберите правильный вариант ответа:

Наклон подложки относительно направления падения ионного пучка при проведении процесса ионной имплантации необходим для:

а) предотвращения распыления материала с поверхности подложки;
б) более равномерного распределения примеси в латеральном направлении;
в) предотвращения эффекта каналирования ионов в монокристаллическом полупроводнике;
г) уменьшения нагрева поверхности подложки.

ЗАДАНИЕ 26. Выберите правильный вариант ответа:
Количество введенной в полупроводник примеси в процессах диффузии и ионной имплантации характеризуется:
а) полным количеством атомов примеси;
б) концентрацией примеси;
в) дозой примеси;
г) дозой активной примеси.

ЗАДАНИЕ 27. Выберите правильный вариант ответа:
Для визуализации двухкоординатных графиков в Sentaurus TCAD используется:
а) модуль Inspect;
б) модуль Tecplot;
в) внешние графические программы;
г) модули Inspect и Tecplot.

ЗАДАНИЕ 28. Выберите правильный вариант ответа:
Узлом эксперимента в Sentaurus Workbench называется:
а) ячейка, содержащая иконку с обозначением приложения;
б) ячейка, содержащая значение, которое присваивается параметру;
в) ячейка, содержащая имя параметра.

ЗАДАНИЕ 29. Выберите правильный вариант ответа:
Для расчета электрофизических параметров в в Sentaurus TCAD используется:
а) модуль SProcess;
б) модуль SNMesh;
в) модуль SDevice.

2) открытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Какой метод расчета зонной структуры лежит в основе программного пакета Quantum Espresso?
Ответ: **метод псевдопотенциала**

ЗАДАНИЕ 2. Какой метод расчета зонной структуры лежит в основе программного комплекса FilmAll?
Ответ: **метод линеаризованных присоединенных плоских волн для пленок**

ЗАДАНИЕ 3. Сколько типов трёхмерных решеток Браве вам известно?
Ответ: **14**

ЗАДАНИЕ 4. Сколько типов двумерных решеток Браве вам известно?
Ответ: **5**
ЗАДАНИЕ 5. Какие функции используются в качестве базисных в методе плоских волн?

Ответ: $\frac{1}{\sqrt{\Omega_{WS}}} e^{i\vec{k}_\mu \vec{r}}$

ЗАДАНИЕ 6. К какому поколению САПР приборно-технологического проектирования относится САПР Senturus?
Ответ: III поколение

ЗАДАНИЕ 7. Какая электрофизическая характеристика будет рассчитана при задании аргумента DonorConcentration в блоке Plot командного файла программного модуля SDevice?
Ответ: концентрация донорной примеси

ЗАДАНИЕ 8. Какая электрофизическая характеристика будет рассчитана при задании аргумента TotalConcentration в блоке Plot командного файла программного модуля SDevice?
Ответ: суммарная концентрация примесей

ЗАДАНИЕ 9. Какая электрофизическая характеристика будет рассчитана при задании аргумента eMobility в блоке Plot командного файла программного модуля SDevice?
Ответ: подвижность электронов

ЗАДАНИЕ 10. Какая электрофизическая характеристика будет рассчитана при задании аргумента hMobility в блоке Plot командного файла программного модуля SDevice?
Ответ: подвижность дырок

ЗАДАНИЕ 11. Какая электрофизическая характеристика будет рассчитана при задании аргумента ElectricField в блоке Plot командного файла программного модуля SDevice?
Ответ: напряженность электрического поля

ЗАДАНИЕ 12. Какая электрофизическая характеристика будет рассчитана при задании аргумента ElectrostaticPotential в блоке Plot командного файла программного модуля SDevice?
Ответ: электростатический потенциал

ЗАДАНИЕ 13. Какая технологическая операция программного модуля SProcess описывается командой deposit?
Ответ: осаждение

ЗАДАНИЕ 14. Какая технологическая операция программного модуля SProcess описывается командой diffuse?
Ответ: диффузия

ЗАДАНИЕ 15. Какая технологическая операция программного модуля SProcess описывается командой etching?
Ответ: травление

ЗАДАНИЕ 16. Какая технологическая операция программного модуля SProcess описывается командой implant?
Ответ: имплантация

ЗАДАНИЕ 17. Какая технологическая операция программного модуля SProcess описывается командой strip Photoresist?
Ответ: удаление фоторезиста

ЗАДАНИЕ 18. Какой параметр процесса ионной имплантации задается аргументом dose в команде implant программного модуля SProcess?
Ответ: доза

ЗАДАНИЕ 19. Какой параметр процесса ионной имплантации задается аргументом energy в команде implant программного модуля SProcess?
Ответ: энергия

ЗАДАНИЕ 20. Какой параметр процесса ионной диффузии задается аргументом temperature в команде diffuse программного модуля SProcess?
Ответ: температура

ЗАДАНИЕ 21. Какой параметр процесса ионной диффузии задается аргументом time в команде diffuse программного модуля SProcess?
Ответ: время

3) открытые задания (мини-кейсы, повышенный уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Чем различаются понятия «информационные технологии» и «компьютерные технологии»?
Ответ:
Под термином информационная технология понимают современные виды информационного обслуживания, основанные на использовании средств вычислительной техники, связи, множительных средств и оргтехники.
Компьютерные технологии – это обобщенное название технологий, отвечающих за хранение, передачу, обработку, защиту и воспроизведение информации с использованием компьютеров. Они являются частью информационных и обеспечивают сбор, обработку, хранение и передачу информации с помощью ЭВМ.

ЗАДАНИЕ 2. За счет каких факторов компьютерные технологии повышают уровень эффективности научных исследований?
Ответ:
КТ повышают уровень эффективности работ в науке за счет следующих факторов:
• Упрощение и ускорение процессов обработки, передачи, представления и хранения информации.
• Увеличение объема полезной информации с обобщением опыта научных разработок.
• Обеспечение точности и качества решаемых задач. Возможность реализации ранее не решаемых задач. Постановка исследований и получение результатов, недостижимых другими средствами.
• Сокращение сроков разработки, трудоемкости и стоимости научно-исследовательских работ.

ЗАДАНИЕ 3. Сформулируйте основные направления рационального применения компьютерных технологий в научных исследованиях.

Ответ:

• Поиск научно-технической информации.
• Получение научных результатов.
• Презентация результатов научных исследований.

ЗАДАНИЕ 4. Какие задачи решаются на этапе сбора и обработки научно-технической информации?

Ответ:

Целью данного этапа является получение ответов на следующие вопросы:
• Какие авторы или научные группы занимаются аналогичной темой?
• Каковы известные решения по исследуемой теме?
• Какими известными методами и средствами решаются исследуемые проблемы?
• Каковы недостатки известных решений и какими путями их пытаются преодолеть?
Основной деятельностью на данном этапе является работа с научно-техническими документами, которая включает поиск, ознакомление, проработку документов и систематизацию информации. Поиск выполняется по каталогам, реферативным и библиографическим изданиям, электронным базам данных в сети Интернет.

ЗАДАНИЕ 5. Какие базы данных электронных научных публикаций вам известны?

Ответ:

Поиск электронных научных публикаций можно осуществлять на следующих платформах: eLIBRARY.RU (российская электронная библиотека научных публикаций), ScienceResearch, ScienceDirect, ArXiv.org и др.

ЗАДАНИЕ 6. Какова роль математического моделирования в научных исследованиях?

Ответ:

Применением математических моделей и вычислительной техники реализуется один из наиболее эффективных методов научных исследований – вычислительный эксперимент, который позволяет изучать поведение сложных систем, с трудом поддающееся физическому эксперименту. Это связано с большой сложностью или невозможностью проведения последнего.
Для математического моделирования целесообразно использовать программные средства, разработанные высококвалифицированными специалистами с использованием последних достижений прикладной математики и программирования.

ЗАДАНИЕ 7. Из каких этапов состоит процесс компьютерного решения научно-исследовательских задач?

Ответ:

Можно выделить следующие этапы данного процесса:
• постановка задачи;
• математическое описание задачи;
• выбор и обоснование метода решения;
• алгоритмизация вычислительного процесса;
• составление программы;
• отладка программы;
• решение задачи на компьютере и анализ результатов.
Нужно отметить, что некоторые этапы могут отсутствовать.

ЗАДАНИЕ 8. Перечислите базовые алгоритмические структуры.
Ответ:
Логическая структура любого алгоритма может быть представлена комбинацией трех базовых структур: следования (линейная структура), ветвления и цикла.

ЗАДАНИЕ 9. В чем заключается требование устойчивости вычислительного алгоритма?
Ответ:
Вычислительный алгоритм должен удовлетворять некоторым необходимым требованиям. Важнейшее из них – устойчивость. Это требование означает, что малым изменениям исходных данных должно соответствовать малое изменение результата выполнения алгоритма.

ЗАДАНИЕ 10. Опишите идею теории функционала плотности. На каких теоремах базируется эта теория?
Ответ:
Основная цель теории функционала плотности состоит в том, чтобы при описании электронной подсистемы заменить многоэлектронную волновую функцию плотностью заряда электронной подсистемы исследуемого объекта – электронной плотностью ρ(r).
Теория функционала плотности базируется на двух теоремах Хоэнберга – Кона и на уравнениях Кона – Шэма

ЗАДАНИЕ 11. Сформулируйте теорему Блоха для электронов в кристалле.
Ответ:
Важнейшим следствием трансляционной периодичности кристаллического потенциала является теорема Блоха:
Собственные состояния ψ оператора Гамильтона

$$\mathbf{H} = -\nabla^2 + V(\mathbf{r}),$$

где $V(\mathbf{r}+\mathbf{R}_n) = V(\mathbf{r})$ **при всех** $\mathbf{R}_n$ **из решетки Браве, могут быть выбраны таким образом, чтобы с каждым из них был связан некоторый волновой вектор k и для любого** $\mathbf{R}_n$ **из решетки Браве выполнялось равенство**

$$\psi_{l\mathbf{k}}(\mathbf{r}+\mathbf{R}_n) = e^{i\mathbf{k}\mathbf{R}_n}\psi_{l\mathbf{k}}(\mathbf{r})$$

ЗАДАНИЕ 12. Опишите идею вариационного метода Ритца для решения одноэлектронного уравнения Шрёдингера.
Ответ:
Метод Ритца заключается в следующем. Берется некоторая система так называемых *базисных функций* $\varphi_1, \varphi_2, ..., \varphi_n$, удовлетворяющих граничным условиям и по возможности наилучшим образом соответствую-щих существу задачи. Собственная волновая функция ищется в виде линейной комбинации этих базисных функций:

$$\psi(\mathbf{r}) = \sum_{\mu=1}^{m} C_\mu \varphi_\mu(\mathbf{r})$$

в которой вариационные параметры C_μ **определяются из условия минимума функционала энергии.**

ЗАДАНИЕ 13. Опишите возможности программного комплекса Quantum Espresso.
Ответ:

Quantum ESPRESSO – программный пакет, построенный на базе теории функционала электронной плотности и методе псевдопотенциала. Представляет собой мощный инструмент для энергетических расчетов многоэлектронных систем (в частности - твердых тел). Он позволяет определять полную энергию, зонную структуру, полную и парциальные плотности электронных состояний, оптические свойства, рентгеновские спектры излучения и поглощения изучаемого материала, и ряд других характеристик.

ЗАДАНИЕ 14. Какие входные данные необходиимо подготовить для моделирования электронной структуры и свойств кристаллических структур в программе Quantum Espresso?

Ответ:

Входными данными при использовании Quantum Espresso являются типы атомов, которые содержатся в исследуемом соединении, тип решетки Браве этого соединения, параметры решетки, координаты атомов в элементарной ячейке и вид псевдопотенциала.

ЗАДАНИЕ 15. Опишите возможности программного комплекса Wien2k.

Ответ:

Программный пакет Wien2k позволяет определять фундаментальные характеристики электронного строения материалов, в том числе зонную структуру, спектры полной и парциальных плотностей электронных состояний, спектры рентгеновского излучения, поглощения и др. В основе программного пакета Wien2k лежит полнопотенциальный метод линеаризованных присоединенных плоских волн.

ЗАДАНИЕ 16. Какие входные данные необходиимо подготовить для моделирования электронной структуры и свойств кристаллических структур в программе Wien2k?

Ответ:

Входными данными при использовании Wien2k являются типы атомов, которые содержатся в исследуемом соединении, тип решетки Браве этого соединения, параметры решетки, координаты атомов в элементарной ячейке и вид обменно-корреляционного потенциала.

ЗАДАНИЕ 17. Опишите возможности программного комплекса FilmAll?

Ответ:

Программный пакет FilmAll позволяет рассчитывать зонную структуру, спектры полной и парциальных плотностей электронных состояний, спектры рентгеновского излучения и поглощения нанопленок. В основе программного пакета FilmAll лежит метод линеаризованных присоединенных плоских волн, модифицированный для пленок.

ЗАДАНИЕ 18. Какие входные данные необходиимо подготовить для моделирования электронной структуры и свойств кристаллических структур в программе FilmAll (собственная разработка)?

Ответ:

Входными данными при использовании FilmAll являются типы атомов, которые содержатся в исследуемом соединении, начальное приближение для энергии электронных оболочек этих атомов, параметры решетки, координаты атомов в элементарной ячейке пленки.

ЗАДАНИЕ 19. Какую информацию предоставляет расчет электронной зонной структуры кристалла?

Ответ:

Расчет зонной структуры предоставляет информацию о структуре энергетических зон вблизи уровня Ферми. Расчет парциальных плотностей состояний дает информацию о симметрии состояний, формирующих электронную структуру вблизи уровня Ферми.

ЗАДАНИЕ 20. Какова роль компьютерных технологий в оформлении результатов научных исследований?

Ответ:

Результаты научных исследований могут быть представлены в виде отчета, доклада, статьи и т.п., в оформлении которых широко используются средства вычислительной техники. Обычно процесс создания научного документа включает:

• Подготовку текстовой части, содержащей формулы и спецсимволы.

• Формирование таблиц и их графическое отображение.

• Подготовку иллюстраций в виде схем, рисунков, чертежей, графиков, диаграмм.

• Грамматический и лексический контроль.

• Прямой и обратный переводы.

• Форматирование документа и печать.

Названные операции в основном поддерживаются текстовыми и табличными процессорами общего назначения, системами грамматического контроля, автоматизированного перевода, а также комплексными и интегрированными системами.

Подготовка научных работ, насыщенных математическими формулами, представляет определенные трудности. Проблема решается использованием специальных редакторов научных документов (MathType, OpenOffice Writer, LaTex и т.п.)

ЗАДАНИЕ 21. Опишите последовательность технологических операций, описанных в командном файле программного модуля SProcess:

deposit Nitride thickness = 700<nm>

etch Nitride etchstop = Oxide rate = 100<nm/min> type = anisotropic

Ответ: Осаждение слоя нитрида кремния толщиной 700 нм

Анизотропное травление нитрида кремния со скоростью 100 нм/мин до границы с окислом.

ЗАДАНИЕ 22. Опишите последовательность технологических операций, описанных в командном файле программного модуля SProcess:

region Silicon xlo = 0<mkm> xhi = –6<mkm> ylo = 0<mkm> yhi = 10<mkm>

init field=Boron concentration = 1e+15<cm–3> wafer.orient=100

Ответ: Задание области моделирования кремниевой подложки с координатами по оси X (–6; 0) мкм и по оси Y (0; 10) мкм

Заданная область легирована бором с концентрацией 10^{15} $см^{-3}$ и имеет ориентацию кремния (100)

ЗАДАНИЕ 23. Опишите последовательность технологических операций, описанных в командном файле программного модуля SProcess:

implant Phosphorus dose = 1.6e13<cm–2> energy = 50<keV>
diffuse temperature = 1000<gradC> time = 3<min> O2
Ответ: Имплантация фосфора с дозой $1.6 \cdot 10^{13}$ $см^{-2}$ и энергией 50 кэВ
Диффузия при температуре 1000 °С в течение 3 минут в атмосфере сухого кислорода

ЗАДАНИЕ 24. Опишите последовательность технологических операций, описанных в командном файле программного модуля SProcess:
deposit PolySilicon thickness = 1000<nm>
mask name = gate segments = {0 0.5 } negative
photo mask = gate thickness = 1000<nm>
etch PolySilicon etchstop = oxide type = anisotropic rate = 100
strip Photoresist
Ответ: Осаждение слоя поликремния толщиной 1000 нм
Задание негативной маски с именем gate с координатами сегмента 0 мкм 0.5 мкм
Нанесение маски с именем gate толщиной фоторезиста 1000 нм
Анизотропное травление поликремния со скоростью 100 нм/мин до границы с окислом
Удаление фоторезиста

ЗАДАНИЕ 25. Опишите последовательность технологических операций, описанных в командном файле программного модуля SProcess:
deposit PolySilicon thickness = 1000<nm>
mask name = gate segments = {0 0.5 } negative
photo mask = gate thickness = 1000<nm>
etch PolySilicon etchstop = oxide type = anisotropic rate = 100
strip Photoresist
Ответ: Осаждение слоя поликремния толщиной 1000 нм
Задание негативной маски с именем gate с координатами сегмента 0 мкм 0.5 мкм
Нанесение маски с именем gate толщиной фоторезиста 1000 нм
Анизотропное травление поликремния со скоростью 100 нм/мин до границы с окислом
Удаление фоторезиста

ЗАДАНИЕ 26. Опишите последовательность технологических операций, описанных в командном файле программного модуля SProcess:
contact x =–0.5 y =–0.675 point name = "gate" PolySilicon
contact x = –0.3 y = –2.675 point name = "source" Aluminum
contact x = –0.3 y =+2.675 point name = "drain" Aluminum
Ответ: Описание поликремниевого контакта с именем gate для области, в которой расположена точка с координатами x =–0.5 мкм и y =–0.675 мкм
Описание алюминиевого контакта с именем source для области, в которой расположена точка с координатами x =–0.3 мкм и y =–2.675 мкм
Описание алюминиевого контакта с именем drain для области, в которой расположена точка с координатами x =–0.3 мкм и y =+2.675 мкм

ЗАДАНИЕ 27. Каково назначение и значение параметра AreaFactor в блоке Physics командного файла программного модуля SDevice:
Physics { AreaFactor = 1e3 EffectiveIntrinsicDensity(Slotboom)
Mobility(DopingDependence

HighFieldSaturation(GradQuasiFermi)
NormalElectricField)
Recombination(SRH(DopingDependence)
Band2Band Auger Avalanche)
Temperature = 300 }

Ответ: AreaFactor задает толщину двухмерной структуры, преобразуя её в трёхмерную, толщиной 1000 мкм

ЗАДАНИЕ 28. Каково назначение параметра EffectiveIntrinsicDensity(Slotboom) в блоке Physics командного файла программного модуля SDevice:

Physics { AreaFactor = 1e3 EffectiveIntrinsicDensity(Slotboom)
Mobility(DopingDependence
HighFieldSaturation(GradQuasiFermi)
NormalElectricField)
Recombination(SRH(DopingDependence)
Band2Band Auger Avalanche)
Temperature = 300 }

Ответ: Параметр EffectiveIntrinsicDensity(Slotboom) позволяет включить модель сужения ширины запрещенной зоны от концентрации примесей

ЗАДАНИЕ 29. Каково назначение аргументов параметра Mobility в блоке Physics командного файла программного модуля SDevice:

Physics { AreaFactor = 1e3 EffectiveIntrinsicDensity(Slotboom)
Mobility(DopingDependence
HighFieldSaturation(GradQuasiFermi)
NormalElectricField)
Recombination(SRH(DopingDependence)
Band2Band Auger Avalanche)
Temperature = 300 }

Ответ: Параметр Mobility служит для задания моделей, учитывающих изменение подвижности носителей заряда под действием следующих факторов: DopingDependence – зависимость от концентрации примесей; HighFieldSaturation(GradQuasiFermi) – насыщение дрейфовой скорости носителей заряда в сильном электрическом поле; NormalElectricField – влияние нормального к поверхности подложки электрического поля

ЗАДАНИЕ 30. Каково назначение аргументов параметра Recombination в блоке Physics командного файла программного модуля SDevice:

Physics { AreaFactor = 1e3 EffectiveIntrinsicDensity(Slotboom)
Mobility(DopingDependence
HighFieldSaturation(GradQuasiFermi)
NormalElectricField)
Recombination(SRH(DopingDependence)
Band2Band Auger Avalanche)
Temperature = 300 }

Ответ: Параметр Recombination служит для задания моделей, учитывающих процессы генерации-рекомбинации носителей заряда: SRH(DopingDependence) – рекомбинация носителей заряда по модели Шокли-Рида-Холла с учетом зависимости от концентрации примесей; Band2Band – генерация носителей заряда путем туннельного перехода зона-зона; Auger – Оже-рекомбинация; Avalanche – лавинная генерация (или ударная генерация) электронно-дырочных пар

ЗАДАНИЕ 31. Какие концентрационные характеристики будут рассчитаны в блоке Plot командного файла программного модуля SDevice:
Plot{ AcceptorConcentration DonorConcentration DopingConcentration
TotalConcentration eDensity hDensity eMobility hMobility
BuiltinPotential ElectricField ElectrostaticPotential SpaceCharge
SRHRecombination TotalRecombination eCurrentDensity
hCurrentDensity TotalCurrentDensity eDriftVelocity hDriftVelocity
eGradQuasiFermi/Vector hGradQuasiFermi/Vector
eQuasiFermiPotential hQuasiFermiPotential AvalancheGeneration}?

Ответ: AcceptorConcentration –концентрация акцепторных примесей; DonorConcentration – концентрация донорных примесей; DopingConcentration – разность
TotalConcentration Параметр Recombination служит для задания моделей, учитывающих процессы генерации-рекомбинации носителей заряда: SRH(DopingDependence) – рекомбинация носителей заряда по модели Шокли-Рида-Холла с учетом зависимости от концентрации примесей; Band2Band – генерация носителей заряда путем туннельного перехода зона-зона; Auger – Оже-рекомбинация; Avalanche – лавинная генерация (или ударная генерация) электронно-дырочных пар

ЗАДАНИЕ 32. Составить фрагмент командного файла программного модуля Sprocess для выполнения следующей последовательности технологических операций:
- исходная подложка марки КЭФ0,2 с ориентацией (110);
- окисление в сухом кислороде в течение 45 минут при температуре 1200 °С;
- нормальная имплантация ионов бора с энергией 100 кэВ и дозой 100 мкКл/см2.
Ответ:
init field=Phosphorus Silicon resistivity=0.2 wafer.orient=110
diffuse temperature = 1200 time = 45 O2

ЗАДАНИЕ 33. Составить фрагмент командного файла программного модуля Sprocess для выполнения следующей последовательности технологических операций:
- исходная подложка марки КЭФ0,2 с ориентацией (100);
- нанесение окисла толщиной 0.1 мкм;
- имплантация ионов бора с энергией 100 кэВ и дозой $6.25 \cdot 10^{14}$ $см^{-2}$.
Ответ:
init field=Phosphorus Silicon resistivity=0.2 wafer.orient=100
deposit oxide thickness = 0.1
implant Boron dose = 6.25e+14energy = 100

ЗАДАНИЕ 34. Составить фрагмент командного файла программного модуля Sprocess для выполнения следующей последовательности технологических операций:
- нанесение слоя поликремния толщиной 1 мкм;
- нанесение ранее созданной маски с именем gate с толщиной фоторезиста 1 мкм;
- анизотропное травление поликремния со скоростью 100 нм/мин до границы с окислом;
- удаление фоторезиста.
Ответ:
deposit PolySilicon thickness = 1

photo mask = gate thickness = 1
etch PolySilicon etchstop = oxide type = anisotropic rate = 100
strip Photoresist

ЗАДАНИЕ 35. Составить фрагмент командного файла программного модуля Sprocess для выполнения следующей последовательности технологических операций:
- имплантация ионов фосфора с энергией 50 кэВ и дозой $6.25 \cdot 10^{14}$ $см^{-2}$.
- диффузия в сухом кислороде в течение 3 минут при температуре 1000 °С;
Ответ:
implant Phosphorus dose = 6.25·1e14 energy = 50
diffuse temperature = 1000 time = 3 O2

ПК-1 Готов формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач

Период окончания формирования компетенции: 4 семестр

Перечень дисциплин (модулей), практик, участвующих в формировании компетенции:
- Дисциплины (модули) (блок 1):
  - ✓ Б1.В.03 Диагностика и компьютерное моделирование полупроводниковых микро- и наноструктур;
  - ✓ Б1.В.ДВ.02.01 Основы микро- и наносистемной техники

- Практика (блок 2):
  - ✓ Б2.В.01(У) Учебная практика по получению первичных навыков научно-исследовательской работы;
  - ✓ Б2.В.03(Н) Производственная практика, научно-исследовательская работа;
  - ✓ Б2.В.04(Н) Производственная практика, научно-исследовательская работа;
  - ✓ Б2.В.06(П) Производственная практика, преддипломная.

- Дисциплины (модули) (блок 3):
  Б3.01(Д) Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (4 семестр)

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Какая арифметическая операция может привести к катастрофической потере точности?

а) сложение двух близких чисел одного знака
б) вычитание двух близких чисел одного знака
в) умножение двух близких чисел одного знака
г) деление двух близких чисел одного знака

ЗАДАНИЕ 2. Каков квантово-механический смысл первого боровского радиуса?

а) наиболее вероятное расстояние электрона до ядра в основном состоянии атома водорода

б) среднее расстояние электрона до ядра в основном состоянии атома водорода

в) радиус окружности, по которой электрон вращается вокруг ядра

г) наибольшее расстояние электрона до ядра в основном состоянии атома водорода

ЗАДАНИЕ 3. Какие переходы запрещены дипольными правилами отбора? (Укажите все ответы)

а) $4f \rightarrow 3d$ б) $2p \rightarrow 3d$ **в) $4d \rightarrow 3s$** г) $4s \rightarrow 2p$

ЗАДАНИЕ 4. Электрон в атоме находится в *d*-состоянии. Чему равно максимальное значение проекции орбитального момента импульса на направление внешнего магнитного поля?

а) $4\hbar$ б) $3\hbar$ **в) $2\hbar$** г) $5\hbar/2$

ЗАДАНИЕ 5. Чему равен модуль орбитального магнитного момента электрона в основном состоянии атома водорода?

а) 0 б) $\hbar$ в) $\hbar\sqrt{3}$ г) $\frac{e\hbar}{2m_e}$

ЗАДАНИЕ 6. Чему равен модуль собственного момента импульса электрона?

а) 0 б) $\hbar$ в) $\hbar\sqrt{3}$ **г) $\hbar\frac{\sqrt{3}}{2}$**

ЗАДАНИЕ 7. Какие из обозначений **не** соответствуют возможным состояниям электрона в атоме? (Укажите все ответы)

а) $2p_{1/2}$ **б) $4d_{1/2}$** в) $3s_{1/2}$ **г) $5f_{3/2}$**

ЗАДАНИЕ 8. Какие состояния не испытывают спин-орбитального расщепления энергетических уровней?

а) $2p$ б) $3d$ **в) $4s$**

г) Все эти состояния расщепляются вследствие спин-орбитального взаимодействия

ЗАДАНИЕ 9. Сколько электронов может находиться в $4d$- состоянии?

а) от 0 до 10 б) от 0 до 5 в) от 1 до 6 г) от 1 до 14

ЗАДАНИЕ 10. Какова электронная конфигурация атома хлора? (Атом хлора имеет 17 электронов)

а) $1s^2 2p^6 3d^9$ б) $1s^2 2p^8 3d^7$ **в). $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$** г) $1s^2 2s^2 2p^4 3s^2 3p^4 3d^3$

ЗАДАНИЕ 11. В соответствии с принципом Паули волновая функция системы электронов должна быть:

а) симметричной б) антисимметричной в). вещественной г) осциллирующей

ЗАДАНИЕ 12. Какие функции используются в качестве базисных в методе плоских волн?

а) $\frac{1}{\sqrt{\Omega_{WS}}} e^{i\vec{k}_\mu \vec{r}}$ б) $\frac{1}{2\pi}\sin \vec{k}\vec{r}$ в) $\sqrt{\frac{2}{\ell}}\sin(\frac{\pi n x}{\ell})$ г) $\frac{1}{\sqrt{\pi a^3}} e^{-\frac{r}{a}}$

ЗАДАНИЕ 13. Сколько типов двумерных решеток Браве вам известно?

а) 5 б) 7 в) 12 г) 14

ЗАДАНИЕ 14. Какие из однослойных углеродных нанотрубок относятся к структурному типу «armchair»? (Укажите все ответы)

а) (9,3) б) (9,0) **в) (9,9)** **г) (6,6)**

ЗАДАНИЕ 15. Какие из однослойных углеродных нанотрубок относятся к структурному типу «zigzag»? (Укажите все ответы)

а) (9,3) **б) (9,0)** в) (9,9) г) (6,6)

2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

3) открытые задания (мини-кейсы, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Перечислите причины, которыми обусловлено наличие погрешности в решении, получаемом с помощью вычислительного эксперимента?

ЗАДАНИЕ 2. Приведите пример численно неустойчивой вычислительной задачи.

ЗАДАНИЕ 3. Записать уравнение Шрёдингера для системы, состоящей из *n* электронов и *N* атомных ядер. Описать идею приближения Борна-Оппенгеймера.

ЗАДАНИЕ 4. Записать уравнение Шрёдингера для системы, состоящей из *n* электронов, находящихся в поле неподвижных ядер. Описать идею метода самосогласованного поля.

ЗАДАНИЕ 5. Записать антисимметричную волновую функцию для системы из *n* электронов. Доказать, что она удовлетворяет принципу Паули.

ЗАДАНИЕ 6. Записать уравнения Хартри-Фока. В чем заключается их отличие от уравнений Хартри?

ЗАДАНИЕ 7. Описать идею теории функционала плотности. На каких теоремах базируется эта теория?

ЗАДАНИЕ 8. Сформулировать теорему Блоха для электронов в кристалле.

ЗАДАНИЕ 9. Доказать, что для любого волнового вектора всегда найдётся ему эквивалентный вектор, лежащий в пределах первой зоны Бриллюэна.

ЗАДАНИЕ 10. Опишите идею вариационного метода Ритца для решения одноэлектронного уравнения Шрёдингера в кристалле.

ЗАДАНИЕ 11. Составить входной файл для расчета электронной плотности и кулоновского потенциала нанопленки с помощью программного комплекса FilmAll.

ЗАДАНИЕ 12. Составить входной файл для расчета электронной зонной структуры нанопленки с помощью программного комплекса FilmAll.

ЗАДАНИЕ 13. Составить входной файл для расчета плотности состояний в нанопленке с помощью программного комплекса FilmAll.

ЗАДАНИЕ 14. Составить входной файл для расчета электронной плотности и кулоновского потенциала нанотрубки с помощью программного комплекса TubeAll.

ЗАДАНИЕ 15. Составить входной файл для расчета электронной зонной структуры нанотрубки с помощью программного комплекса TubeAll.

ПК-2 Способен делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения

- Дисциплины (модули) (блок 1):
  - ✓ Б1.В.03 Диагностика и компьютерное моделирование полупроводниковых микро- и наноструктур;
  - ✓ Б1.О.03 Научно-исследовательская и проектно-конструкторская документация

- Практика (блок 2):
  - ✓ Б2.В.01(У) Учебная практика по получению первичных навыков научно-исследовательской работы;
  - ✓ Б2.В.03(Н) Производственная практика, научно-исследовательская работа;
  - ✓ Б2.В.04(Н) Производственная практика, научно-исследовательская работа;
  - ✓ Б2.В.06(П) Производственная практика, преддипломная.

- Дисциплины (модули) (блок 3):

Б3.01(Д) Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (4 семестр)

Период окончания формирования компетенции: 4 семестр

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Какая арифметическая операция может привести к катастрофической потере точности?

а) сложение двух близких чисел одного знака
б) вычитание двух близких чисел одного знака
в) умножение двух близких чисел одного знака
г) деление двух близких чисел одного знака

ЗАДАНИЕ 2. Каков квантово-механический смысл первого боровского радиуса?

а) наиболее вероятное расстояние электрона до ядра в основном состоянии атома водорода
б) среднее расстояние электрона до ядра в основном состоянии атома водорода
в) радиус окружности, по которой электрон вращается вокруг ядра
г) наибольшее расстояние электрона до ядра в основном состоянии атома водорода

ЗАДАНИЕ 3. Какие переходы запрещены дипольными правилами отбора? (Укажите все ответы)

а) $4f \rightarrow 3d$ б) $2p \rightarrow 3d$ **в) $4d \rightarrow 3s$** г) $4s \rightarrow 2p$

ЗАДАНИЕ 4. Электрон в атоме находится в *d*-состоянии. Чему равно максимальное значение проекции орбитального момента импульса на направление внешнего магнитного поля?

а) $4\hbar$ б) $3\hbar$ **в) $2\hbar$** г) $5\hbar/2$

ЗАДАНИЕ 5. Чему равен модуль орбитального магнитного момента электрона в основном состоянии атома водорода?

а) 0 б) $\hbar$ в) $\hbar\sqrt{3}$ г) $\frac{e\hbar}{2m_e}$

ЗАДАНИЕ 6. Чему равен модуль собственного момента импульса электрона?

а) 0 б) $\hbar$ в) $\hbar\sqrt{3}$ **г) $\hbar\frac{\sqrt{3}}{2}$**

ЗАДАНИЕ 7. Какие из обозначений **не** соответствуют возможным состояниям электрона в атоме? (Укажите все ответы)

а) $2p_{1/2}$ **б) $4d_{1/2}$** в) $3s_{1/2}$ **г) $5f_{3/2}$**

ЗАДАНИЕ 8. Какие состояния не испытывают спин-орбитального расщепления энергетических уровней?

а) 2*p* б) 3*d* **в) 4*s***

г) Все эти состояния расщепляются вследствие спин-орбитального взаимодействия

ЗАДАНИЕ 9. Сколько электронов может находиться в 4*d*- состоянии?

а) от 0 до 10 б) от 0 до 5 в) от 1 до 6 г) от 1 до 14

ЗАДАНИЕ 10. Какова электронная конфигурация атома хлора? (Атом хлора имеет 17 электронов)

а) $1s^2 2p^6 3d^9$ б) $1s^2 2p^8 3d^7$ **в). $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$** г) $1s^2 2s^2 2p^4 3s^2 3p^4 3d^3$

ЗАДАНИЕ 11. В соответствии с принципом Паули волновая функция системы электронов должна быть:

а) симметричной б) антисимметричной в). вещественной г) осциллирующей

ЗАДАНИЕ 12. Какие функции используются в качестве базисных в методе плоских волн?

а) $\frac{1}{\sqrt{\Omega_{WS}}} e^{i\vec{k}_\mu \vec{r}}$ б) $\frac{1}{2\pi}\sin \vec{k}\vec{r}$ в) $\sqrt{\frac{2}{\ell}}\sin(\frac{\pi n x}{\ell})$ г) $\frac{1}{\sqrt{\pi a^3}} e^{-\frac{r}{a}}$

ЗАДАНИЕ 13. Сколько типов двумерных решеток Браве вам известно?

а) 5 б) 7 в) 12 г) 14

ЗАДАНИЕ 14. Какие из однослойных углеродных нанотрубок относятся к структурному типу «armchair»? (Укажите <u>все</u> ответы)

а) (9,3) б) (9,0) **в) (9,9)** **г) (6,6)**

ЗАДАНИЕ 15. Какие из однослойных углеродных нанотрубок относятся к структурному типу «zigzag»? (Укажите <u>все</u> ответы)

а) (9,3) **б) (9,0)** в) (9,9) г) (6,6)

2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

3) открытые задания (мини-кейсы, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Перечислите причины, которыми обусловлено наличие погрешности в решении, получаемом с помощью вычислительного эксперимента?

ЗАДАНИЕ 2. Приведите пример численно неустойчивой вычислительной задачи.

ЗАДАНИЕ 3. Записать уравнение Шрёдингера для системы, состоящей из *n* электронов и *N* атомных ядер. Описать идею приближения Борна-Оппенгеймера.

ЗАДАНИЕ 4. Записать уравнение Шрёдингера для системы, состоящей из *n* электронов, находящихся в поле неподвижных ядер. Описать идею метода самосогласованного поля.

ЗАДАНИЕ 5. Записать антисимметричную волновую функцию для системы из *n* электронов. Доказать, что она удовлетворяет принципу Паули.

ЗАДАНИЕ 6. Записать уравнения Хартри-Фока. В чем заключается их отличие от уравнений Хартри?

ЗАДАНИЕ 7. Описать идею теории функционала плотности. На каких теоремах базируется эта теория?

ЗАДАНИЕ 8. Сформулировать теорему Блоха для электронов в кристалле.

ЗАДАНИЕ 9. Доказать, что для любого волнового вектора всегда найдётся ему эквивалентный вектор, лежащий в пределах первой зоны Бриллюэна.

ЗАДАНИЕ 10. Опишите идею вариационного метода Ритца для решения одноэлектронного уравнения Шрёдингера в кристалле.

ЗАДАНИЕ 11. Составить входной файл для расчета электронной плотности и кулоновского потенциала нанопленки с помощью программного комплекса FilmAll.

ЗАДАНИЕ 12. Составить входной файл для расчета электронной зонной структуры нанопленки с помощью программного комплекса FilmAll.

ЗАДАНИЕ 13. Составить входной файл для расчета плотности состояний в нанопленке с помощью программного комплекса FilmAll.

ЗАДАНИЕ 14. Составить входной файл для расчета электронной плотности и кулоновского потенциала нанотрубки с помощью программного комплекса TubeAll.

ЗАДАНИЕ 15. Составить входной файл для расчета электронной зонной структуры нанотрубки с помощью программного комплекса TubeAll.

ПК-3 Способен анализировать состояние научно-технической проблемы путём подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников

Период окончания формирования компетенции: 4 семестр

Перечень дисциплин (модулей), практик, участвующих в формировании компетенции:

- Дисциплины (модули) (блок 1):
  - ✓ Б1.В.01 Проектирование цифровых устройств на Verilog;
  - ✓ Б1.В.05 Проектирование систем на кристалле

- Практика (блок 2):
  - ✓ Б2.В.02(У) Учебная практика, проектно-конструкторская;
  - ✓ Б2.В.05(Н) Производственная практика, проектно-конструкторская

- Дисциплины (модули) (блок 3):
  Б3.01(Д) Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (4 семестр)

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. При помощи какого оператора языка Verilog можно изменять значение сигнала типа wire?
Варианты ответа:
A) assign
B) always
C) initial
D) case
E) while

ЗАДАНИЕ 2. Какие из операторов языка Verilog являются параллельными?
Варианты ответа:
A) assign
B) always
C) case
D) if
E) for

ЗАДАНИЕ 3. Какие операторы языка Verilog являются последовательными?
Варианты ответа:
A) case
B) for
C) always
D) assign
E) initial

ЗАДАНИЕ 4. Какая языковая конструкция Verilog не является синтезабельной?
Варианты ответа:
A) always #(5) a=~b;
B) assign a=~b;

C) always @(negedge b) a<=~c;
D) assign a=(b<c)?0:1;
E) assign a=(b>c)?1'b1:1'bz;

ЗАДАНИЕ 5. Какое утверждение относительно портов модуля тестбенча является верным?
Варианты ответа:
A) модуль тестбенча не содержит портов
B) в модуле тестбенча не должно быть входов, но должны быть выходы
C) в модуле тестбенча не должно быть выходов, но должны быть входы
D) модуль тестбенча должен иметь и входы, и выходы
E) модуль тестбенча должен иметь только двунаправленные порты

ЗАДАНИЕ 6. Найдите неверное утверждение про оператор initial.
Варианты ответа:
A) оператор initial должен располагаться перед операторами assign и always
B) оператор initial используется при написании тестбенчей
C) оператор initial относится к параллельным операторам
D) оператор initial запускается на выполнение один раз
E) внутри оператора initial можно настроить сохранение результатов и продолжительность моделирования

ЗАДАНИЕ 7. Выберите, какому элементу соответствует следующий код на языке Verilog:

```
module nemo(a,b,c);
  input a,b;
  output reg c;
  always @(negedge a) c<=b;
endmodule
```

Варианты ответа:
A) D-триггер, тактируемый по заднему фронту
B) D-триггер, тактируемый по переднему фронту
C) мультплексор
D) сдвиговый регистр
E) двунаправленный буфер

ЗАДАНИЕ 8. Выберите, какому элементу соответствует следующий код на языке Verilog:

```
module nemo (a, b, c);
  input a, b;
  output c;
  assign c =a ? b : 1'bz;
endmodule
```

Варианты ответа:
A) буфер с z-состоянием
B) компаратор
C) RS-триггер
D) мультиплексор
E) приоритетный шифратор

ЗАДАНИЕ 9. Выберите, какому элементу соответствует следующий код на языке Verilog:

```
module nemo (a, b, c);
  input [1:0] a;
  input [3:0] b;
  output c;
  reg d;
  always @(a)
  begin
    case (a)
      2'b00 : d<=b[0];
      2'b01 : d<=b[1];
      2'b10 : d<=b[2];
      2'b11 : d<=b[3];
    endcase
  end
  assign c = d;
endmodule
```

Варианты ответа:

A) мультиплексор
B) триггер
C) сдвиговый регистр
D) компаратор
E) тождественность

ЗАДАНИЕ 10. Выберите, какому элементу соответствует следующий код на языке Verilog:

```
module nemo (a, b, c);
  input a, b;
  output [7:0] c;
  reg  [7:0] d;
  always @ (posedge a) d<={d[6:0],b};
  assign c=d;
endmodule
```

Варианты ответа:

A) сдвиговый регистр
B) JK-триггер
C) двунаправленный порт
D) мультиплексор
E) шифратор

ЗАДАНИЕ 11. Какие из нижеперечисленных описаний портов не могут быть правильными или достаточно полными (сигналы a, b имеют тип wire)?

Варианты ответа:

A) module nemo(input a, output b);
B) module nemo(a, b);
       input a;
       output b;
C) module nemo(a, b);

wire a;
wire b;
D) module nemo(input wire a, output wire b);
E) module nemo(a, b);

ЗАДАНИЕ 12. Какое из приведенных описаний на языке VHDL-AMS задает переменную-напряжение?
Варианты ответа:
A) quantity V across PLUS to MINUS;
B) quantity V through PLUS to MINUS;
C) quantity V : real;
D) signal V : real;
E) terminal V : electrical;

ЗАДАНИЕ 13. Какое из приведенных описаний на языке VHDL-AMS задает переменную-ток?
Варианты ответа:
A) quantity I through PLUS to MINUS;
B) quantity I across PLUS to MINUS;
C) quantity I : real;
D) variable I : real;
E) terminal I : electrical;

ЗАДАНИЕ 14. Какое из приведенных описаний на языке VHDL-AMS задает аналоговую переменную, к которой не применяются законы сохранения консервативных систем?
Варианты ответа:
A) quantity VAL : real;
B) quantity VAL across PLUS to MINUS;
C) quantity VAL through PLUS to MINUS;
D) variable VAL : real;
E) signal VAL : real;

ЗАДАНИЕ 15. Какое из приведенных описаний на языке VHDL-AMS задает контакт для подключения аналоговых переменных?
Варианты ответа:
A) terminal IO : electrical;
B) quantity IO across PLUS to MINUS;
C) quantity IO through PLUS to MINUS;
D) quantity IO : real;
E) signal IO : real;

ЗАДАНИЕ 16. Какой оператор языка VHDL-AMS используется для записи алгебраических и интегро-дифференциальных уравнений?
Варианты ответа:
A) ==
B) <=
C) =>
D) =
E) :=

ЗАДАНИЕ 17. Какой атрибут языка VHDL-AMS используется для записи производной по времени?
Варианты ответа:
A) ‘dot
B) ‘dif
C) ‘diff
D) ‘deriv
E) ‘flux

ЗАДАНИЕ 18. Выберите верное утверждение относительно записи уравнений с помощью языка VHDL-AMS?
Варианты ответа:
A) в языке VHDL-AMS есть атрибут дифференцирования только по времени
B) в языке VHDL-AMS есть атрибуты для расчета как производной по времени, так и для расчета частных пространственных производных
C) в языке VHDL-AMS есть атрибуты для расчета производной только по пространственным переменным
D) в языке VHDL-AMS невозможна запись уравнений в неявной форме
E) в языке VHDL-AMS есть атрибут для расчета криволинейного интеграла

ЗАДАНИЕ 19. С помощью какой конструкции языка VHDL-AMS его аналоговая часть может оказывать влияние на цифровую?
Варианты ответа:
A) оператор условного присваивания значения сигналов selected_signal_assignment в сочетании с атрибутом ‘above
B) оператор условного присваивания значения сигналов selected_signal_assignment в сочетании с атрибутом ‘event
C) оператор записи уравнений simultaneous_if_statement
D) оператор записи уравнений simultaneous_case_statement
E) оператор процесса в сочетании с оператором записи уравнений simple_simultaneous_statement

ЗАДАНИЕ 20. С помощью какой конструкции языка VHDL-AMS его цифровая часть может оказывать влияние на аналоговую?
Варианты ответа:
A) оператор записи уравнений simultaneous_if_statement
B) оператор условного присваивания значения сигналов selected_signal_assignment в сочетании с атрибутом ‘event
C) оператор условного присваивания значения сигналов selected_signal_assignment в сочетании с атрибутом ‘above
D) оператор записи уравнений simple_simultaneous_statement
E) оператор процесса в сочетании с оператором записи уравнений simple_simultaneous_statement

ЗАДАНИЕ 21. Выберите правильную форму записи оператора break для задания начального значения аналоговой переменной C.
Варианты ответа:
A) break C => 0.0;
B) break C == 0.0;
C) break C <= 0.0;
D) break C = 0.0;
E) break C := 0.0;

ЗАДАНИЕ 22. Выберите правильную форму записи оператора break для инициализации аналоговых вычислений в точке разрыва при изменении значения цифрового сигнала S.

Варианты ответа:

A) break on S;

B) break S;

C) break when S;

D) break not S;

E) break change S;

ЗАДАНИЕ 23. Выберите правильную форму записи оператора break для инициализации аналоговых вычислений в точке разрыва при выполнении условия, когда аналоговая переменная A превышает величину 0.0.

Варианты ответа:

A) break when A > 0.0;

B) break on A > 0.0;

C) break A > 0.0;

D) break if A > 0.0;

E) break A when above(0.0);

ЗАДАНИЕ 24. Какая функция в языке VHDL-AMS возвращает текущий момент модельного времени?

Варианты ответа:

A) now

B) time

C) ctime

D) presently

E) nowtime

ЗАДАНИЕ 25. Выберите правильную для языка VHDL-AMS форму записи оператора процесса, который запускается на выполнение каждые 10 мс.

Варианты ответа:

```
A)  process
    begin
       // …
  wait for 10 ms;
end process;
```

```
B) process (10 ms)
    begin
       // …
end process;
```

```
C) process
    begin
       // …
  wait on 10 ms;
end process;
```

```
D) process
    begin
       // …
  wait 10 ms;
end process;
```

E) process 10 ms
    begin
        // …
end process;

ЗАДАНИЕ 26. Выберите правильную для языка VHDL-AMS форму записи оператора процесса со списком чувствительности к изменению сигналов a,b.

Варианты ответа:

A) process (a, b)

B) process (on a,b)

C) process on (a, b)

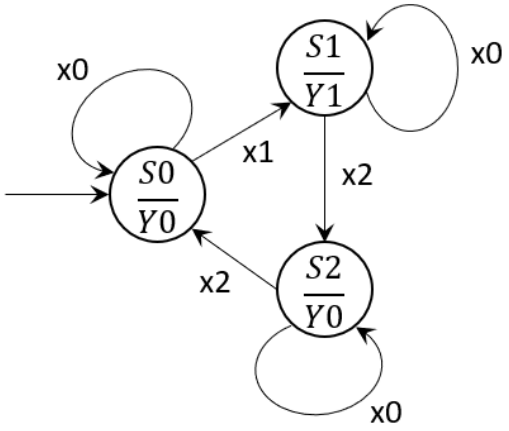
D) process (wait a,b)

E) process wait on a,b

2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

3) открытые задания (мини-кейсы, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Составьте совмещенную таблицу переходов и выходов конечного автомата, соответствующую следующему графу конечного автомата:



Решение:

Заголовочный столбец таблицы должен содержать все входные состояния автомата, а заголовочная строка – все внутренние состояния автомата. На пересечении строк и столбцов должны находиться состояния автомата, в которые он перейдет из текущего состояния (указанного в соответствующей ячейке заголовочной строки) под действием текущего входного состояния (указанного в соответствующей ячейке заголовочного столбца). Вместе с внутренними состояниями автомата указываются соответствующие выходные состояния. Для тех переходов, которым не соответствуют ребра графов, указываются прочерки.

Ответ:

X\S	S0	S1	S2
X0	S0/Y0	S1/Y1	S2/Y0

X1	**S1/Y1**	**-**	**-**
X2	**-**	**S2/Y0**	**S0/Y0**

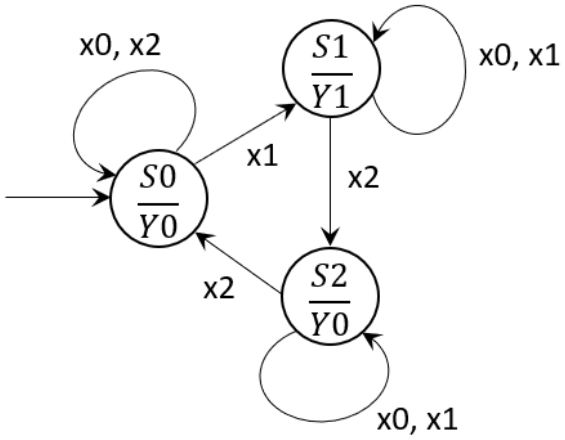
ЗАДАНИЕ 2. Изобразите граф конечного автомата, соответствующий следующей таблице переходов и выходов конечного автомата:

X\S	S0	S1	S2
X0	S0/Y0	S1/Y1	S2/Y0
X1	S1/Y1	S1/Y1	S2/Y0
X2	S0/Y0	S2/Y0	S0/Y0

Решение:

Заголовочный столбец таблицы содержит все входные состояния автомата, а заголовочная строка – все внутренние состояния автомата. На пересечении строк и столбцов находятся состояния автомата, в которые он перейдет из текущего состояния (указанного в соответствующей ячейке заголовочной строки) под действием текущего входного состояния (указанного в соответствующей ячейке заголовочного столбца). Вместе с внутренними состояниями автомата указываются соответствующие выходные состояния. Для тех переходов, которым не соответствуют ребра графов, указываются прочерки.

Ответ:



ЗАДАНИЕ 3. Составьте совмещенную таблицу переходов и выходов конечного автомата, соответствующую следующему описанию на языке Verilog:

```
module FSM (output reg Y0, Y1, input X0, X1, X2, X3, X4, clk, rst_n);
   reg [1:0] state, next;
   always @(posedge clk or negedge rst_n)
     if (!rst_n) state <= 2’b00;
     else state <= next;
   always @*
   begin
     next = 2'bx;
     case (state)
       2’b00: begin
                  if (X0) next = 2’b01;
                  if (X1) next = 2’b00;
                  Y0 = 1’b1;
```

```
                Y1 = 1'b0;
            end
        2'b01: begin
                if (X3) next = 2'b10;
                if (X2) next = 2'b01;
                if (X4) next = 2'b11;
                Y0 = 1'b0;
                Y1 = 1'b1;
            end
        2'b10: begin
                if (X3) next = 2'b11;
                if (X4) next = 2'b10;
                Y0 = 1'b0;
                Y1 = 1'b1;
            end
        2'b11: begin
                if (X1) next = 2'b00;
                if (X0) next = 2'b01;
                Y0 = 1'b1;
                Y1 = 1'b0;
            end
    endcase
  end
endmodule
```

Решение:

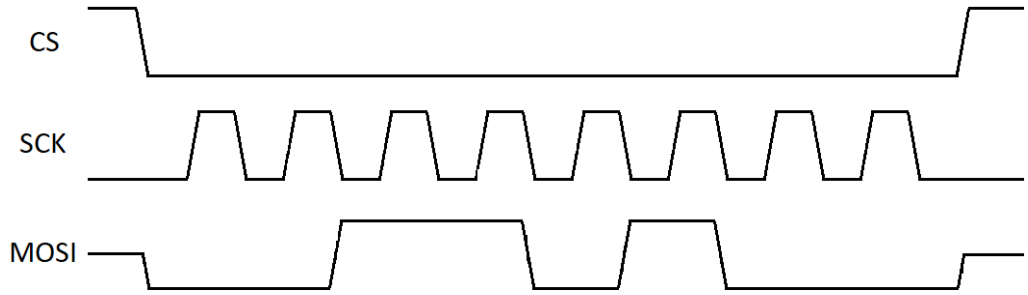
Заголовочный столбец таблицы должен содержать все входные состояния автомата, а заголовочная строка – все внутренние состояния автомата. На пересечении строк и столбцов должны находиться состояния автомата, в которые он перейдет из текущего состояния (указанного в соответствующей ячейке заголовочной строки) под действием текущего входного состояния (указанного в соответствующей ячейке заголовочного столбца). Вместе с внутренними состояниями автомата указываются соответствующие выходные состояния. Для тех переходов, которым не соответствуют ребра графов, указываются прочерки.

Количество внутренних состояний автомата определяется оператором case. В данном случае это 4 состояния. Количество входных и выходных состояний определяется

Ответ:

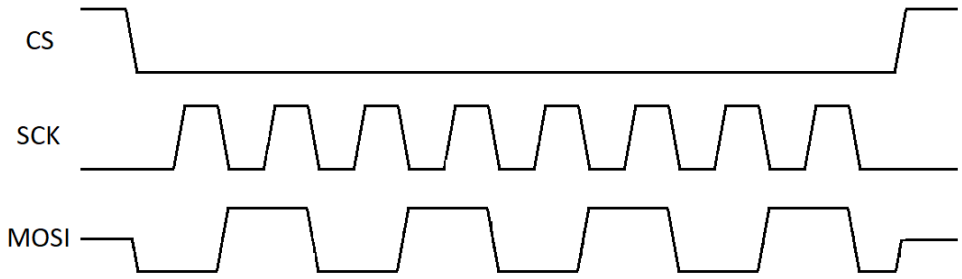
X\S	S0	S1	S2	S3
X0	S1/Y1	-	-	S1/Y1
X1	S0/Y0	-	-	S0/Y0
X2	-	S1/Y1	-	-
X3	-	S2/Y1	S3/Y0	-
X4	-	S3/Y0	S2/Y1	-

ЗАДАНИЕ 4. Передача данных по интерфейсу SPI в режиме Mode0 от ведущего к ведомому имеет следующую спецификацию: первый принимаемый бит игнорируется, второй бит означает порядок передаваемых данных (0 - первым передается старший бит числа, 1 - первым передается младший бит числа), следующие биты - передаваемое число. Передаче какого числа соответствует приведенная временная диаграмма? (ответ указать в десятичном формате)



Решение:
При передаче данных по интерфейсу SPI в режиме Mode0 от ведущего к ведомому необходимо считывать данные сигнала MOSI по переднему фронту сигнала SCK. На приведенной диаграмме передается следующая последовательность бит: 0,0,1,1,0,1,0,0 (слева – первый передаваемый бит). Первый передаваемый бит согласно условию игнорируется. Равенство нулю второго передаваемого бита означает, что в последующих передаваемых битах сначала идет старший бит передаваемого числа. Таким образом, в двоичном виде было передано число 110100_2, что соответствует числу 52_{10} в десятичной системе счисления.
Ответ: 52.

ЗАДАНИЕ 5. Передача данных по интерфейсу SPI в режиме Mode0 от ведущего к ведомому имеет следующую спецификацию: первый принимаемый бит игнорируется, второй бит означает порядок передаваемых данных (0 - первым передается старший бит числа, 1 - первым передается младший бит числа), следующие биты - передаваемое число. Передаче какого числа соответствует приведенная временная диаграмма? (ответ записать в десятичном)



Решение:
При передаче данных по интерфейсу SPI в режиме Mode0 от ведущего к ведомому необходимо считывать данные сигнала MOSI по переднему фронту сигнала SCK. На приведенной диаграмме передается следующая последовательность бит: 0,1,0,1,0,1,0,1 (слева – первый передаваемый бит). Первый передаваемый бит согласно условию игнорируется. Равенство единице второго передаваемого бита означает, что в последующих передаваемых битах сначала идет младший бит передаваемого числа. Таким образом, в двоичном виде было передано число 101010_2, что соответствует числу 42_{10} в десятичной системе счисления.

Ответ: 42.

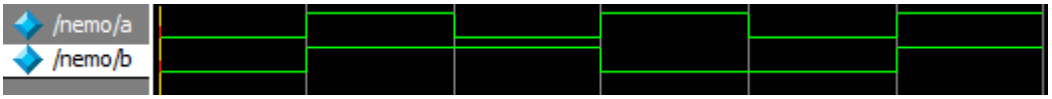
ЗАДАНИЕ 6. Какая временная диаграмма соответствует следующему коду на языке Verilog?

```
`timescale 1ns/1ns
   module nemo();
     reg a=0;
     reg b=0;
     initial
     begin
       #1 a<=1;
       #1 a<=0;
       #1 a<=1;
       #1 a<=0;
       #1 a<=1;
       #1 $stop;
     end
     always @(posedge a) b<=!b;
   endmodule
```

Решение:

В приведенной Verilog-модели сигнал «a» изменяется в операторе инициализации initial на каждом шаге моделирования, который составляет 1 нс. Изменения производятся 5 раз, после чего моделирование останавливается системной функцией $stop. Начальное значение сигнала «a», задаваемое при объявлении сигнала, равно 0. Сигнал «b» изменяется оператором always по переднему фронту сигнала «a» на инвертированное значение сигнала «a». Начальное значение сигнала «b» равно 0.

Ответ:



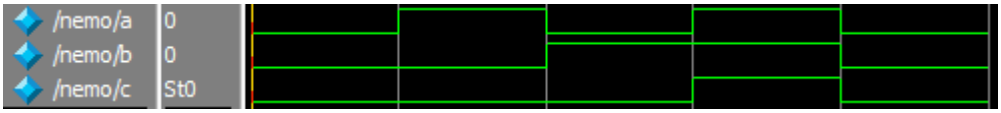
ЗАДАНИЕ 7. Какая из временных диаграмм соответствует приведенному коду на Verilog?

```
   `timescale 1ns/1ps
   module nemo();
     reg a=0;
     reg b=0;
     wire c;
     initial
     begin
       #5 $stop;
     end
     always #1 a <= !a;
     always #2 b <= !b;
     assign c = a & b;
   endmodule
```

Решение:

В приведенной Verilog-модели сигнал «a» инвертируется в операторе процесса always через 1 нс, а сигнал «b» - через 2 нс. Начальные значения этих сигналов равны 0. Сигнал «c» изменяется оператором непрерывного присваивания assign и представляет собой результат логической операции «И» над сигналами «a» и «b».

Ответ:



ЗАДАНИЕ 8. Определите количество уравнений, необходимых для реализации следующего описания на языке VHDL-AMS:

```
entity TEST is
   port (terminal PLUS, MINUS : electrical);
end TEST;
architecture TEST_A of TEST is
  quantity V across I1, I2 through PLUS to MINUS;
  quantity Q : real;
  …
```

Решение:

Общее количество уравнений равно суммарному количеству переменных quantity, переменных quantity вида through (переменных-токов), а также портов, имеющих тип quantity и направленность типа out. В данной модели имеем одну переменную quantity Q и две переменные through (I1 и I2). Порты типа quantity в модели отсутствуют. Соответственно, количество уравнений должно быть равно трем.

Ответ: 3

ЗАДАНИЕ 9. Определите количество уравнений, необходимых для реализации следующего описания на языке VHDL-AMS:

```
entity TEST is
   port( signal S : in bit; terminal PLUS, MINUS : electrical);
end TEST;
architecture TEST_A of TEST is
  quantity V across I1 through PLUS to MINUS;
  …
```

Решение:

Общее количество уравнений равно суммарному количеству переменных quantity, переменных quantity вида through (переменных-токов), а также портов, имеющих тип quantity и направленность типа out. В данной модели имеем одну переменную through (I1). Порты типа quantity в модели отсутствуют. Соответственно, количество уравнений должно быть равно одному.

Ответ: 1

ЗАДАНИЕ 10. Определите количество уравнений, необходимых для реализации следующего описания на языке VHDL-AMS:

```
entity TEST is
  port (quantity A : in real; quantity B : out real);
end TEST;
architecture TEST_A of TEST is
 quantity C : real;
…
```

Решение:

Общее количество уравнений равно суммарному количеству переменных quantity, переменных quantity вида through (переменных-токов), а также портов, имеющих тип quantity и направленность типа out. В данной модели имеем одну переменную quantity (C), а также один выходной порт типа

quantity (B). Соответственно, количество уравнений должно быть равно двум.

Ответ: 2

ЗАДАНИЕ 11. Определите количество уравнений, необходимых для реализации следующего описания на языке VHDL-AMS:

```
entity TEST is
  port (quantity A : in real; quantity B : out real);
end TEST;
architecture TEST_A of TEST is
 terminal PLUS, MINUS : electrical
 quantity V across I1, I2 through PLUS to MINUS;
 quantity C : real;
…
```

Решение:

Общее количество уравнений равно суммарному количеству переменных quantity, переменных quantity вида through (переменных-токов), а также портов, имеющих тип quantity и направленность типа out. В данной модели имеем две переменных-тока (I1, I2), одну переменную quantity (C), а также один выходной порт типа quantity (B). Соответственно, количество уравнений должно быть равно четырем.

Ответ: 4

ЗАДАНИЕ 12. Определите количество уравнений, необходимых для реализации следующего описания на языке VHDL-AMS:

```
entity ELEMENT is
  generic (VTH: real);
  port (terminal AIN, REF: electrical; signal DOUT: out boolean);
end ELEMENT;
architecture ELEMENT_A of ELEMENT is
 quantity VIN across AIN to REF;
begin
  …
```

Решение:

Общее количество уравнений равно суммарному количеству переменных quantity, переменных quantity вида through (переменных-токов), а также портов, имеющих тип quantity и направленность типа out. В данной модели отсутствуют переменные токи, переменные quantity и выходные порты типа quantity. Соответственно, количество уравнений должно быть равно нулю.

Ответ: 0

ЗАДАНИЕ 13. Укажите, в какой форме требуется добавить оператор break к нижеприведенному коду на языке VHDL-AMS?

```
entity SPST is
 port( signal CONTROL : in bit; terminal PLUS, MINUS : electrical);
end SPST;
architecture SPST_A of SPST is
 quantity V across I through PLUS to MINUS;
 begin
  if CONTROL = ‘0’ use I == 0.0; else V == 0.0;
```

```
  end use;
end SPST_A;
```

Решение:

Для корректного моделирования требуется указать с помощью оператора break моменты времени, в которых аналоговые переменные терпят разрыв. В данном случае переменные I и V терпят разрыв в момент, когда цифровой сигнал CONTROL изменяет свое значение. Заданию такого условия соответствует форма оператора break со списком чувствительности: break on CONTROL.

Ответ: break on CONTROL;

ЗАДАНИЕ 14. Укажите, в какой форме требуется добавить оператор break к нижеприведенному коду на языке VHDL-AMS для того, чтобы задать начальное значение напряжения на обкладках конденсатора?

```
entity CAP is
   generic (NOMINAL : real := 1.0e-6; V_INIT : real := 0.0 );
   port (terminal PLUS, MINUS : electrical);
end CAP;
architecture CAP_A of CAP is
   quantity V across I through PLUS to MINUS;
begin
   I == NOMINAL*V'dot;
end CAP_A;
```

Решение:

Для задания значений переменных в начальный момент времени используется оператор break в форме без списка чувствительности, т.е. break <имя переменной> => <значение>; В данной задаче переменной является V, которой присваивается значение параметра V_INIT, т.е.: break V => V_INIT;

Ответ: break V => V_INIT;

ЗАДАНИЕ 15. Какой аналого-цифровой элемент реализуется следующим описанием на языке VHDL-AMS?

```
entity ELEMENT is
   generic (VTH: real);
   port (terminal AIN, REF: electrical; signal DOUT: out boolean);
end ELEMENT;
architecture ELEMENT_A of ELEMENT is
  quantity VIN across AIN to REF;
begin
   DOUT <= VIN'above(VTH);
end ELEMENT_A;
```

Решение:

Элемент в качестве входных портов использует аналоговые входы, между которыми задана переменная-напряжение VIN. Выходным сигналом элемента сложит логическая величина, которая принимает значение «логическая единица», когда напряжение между входными портами превышает некоторую величину VTH и значение «логический ноль» в противном случае. Такое поведение соответствует идеальному компаратору.

Ответ: идеальный компаратор

ЗАДАНИЕ 16. Какой цифровой элемент реализуется следующим описанием на языке VHDL-AMS?

```
entity DIG is
  port ( a0, a1 : in bit; b : out bit );
end DIG;
architecture DIG_A of DIG is
begin
      process ( a0, a1 )
      begin
        if ( a0 = '1' ) and ( a1 = '1' )
          then b <= '1';
          else b <= '0';
        end if;
      end process;
end DIG_A;
```

Решение: таблица истинности реализуемого элемента соответствует логическому вентилю «И» с двумя входами, т.е. AND2
Ответ: AND2

ЗАДАНИЕ 17. Какой аналоговый элемент реализуется следующим описанием на языке VHDL-AMS и какие паразитные элементы учитывает данное описание?

```
entity ANALOG is
  generic (G1: real := 1.0e-14; G2: real := 1.0e-7;
           G3: real := 100.0);
  port (terminal T1, T2 : electrical);
end diode;
architecture ANALOG_A of ANALOG is
quantity Q1 across Q2, Q3 through T1 to T2;
quantity Q4 : real;
constant C1 : real := 0.0258;
begin
  Q2 == G1 * (exp((Q1-G3*Q2)/C1) - 1.0);
  Q4 == G2 * Q2;
  Q3 == Q4'dot;
end ANALOG_A;
```

Решение: Аналоговая переменная Q1 описывает напряжение, приложенное к диоду, Q2 – ток через p-n переход, Q3 – емкостной ток диффузионной емкости. Параметры элемента: G1 – ток насыщения; G2 – время жизни неосновных носителей; G3 – сопротивление объема полупроводника.
Ответ: Диод с учетом диффузионной емкости и падения напряжения на объеме полупроводника

ЗАДАНИЕ 18. Какой цифровой элемент реализуется следующим описанием на языке VHDL-AMS?

```
entity DIG is
  port (A1, A2 : IN bit; A3 : OUT bit);
end DIG;
```

```
architecture DIG_A of DIG is
begin
  process (A1)
  begin
   if (A1 = '1')
     then A3 <= A2 after 1 ns;
   end if;
  end process;
end DIG_A;
```

Решение: Вход A1 является тактирующим. По его переднему фронту происходит передача сигнала со входа A1 на выход A3. В остальное время выход A3 сохраняет свое предыдущее состояние. Такое поведение соответствует динамическому D-триггеру (flip-flop)
Ответ: динамический D-триггер

ЗАДАНИЕ 19. Какой аналоговый элемент реализуется следующим описанием на языке VHDL-AMS?

```
entity ANALOG is
  generic (G1 : REAL; G2 : real := 0.0 );
  port (terminal T1,T2 : electrical);
end;
architecture ANALOG_A of ANALOG is
quantity Q1 across Q2 through T1 to T2;
begin
  Q2==G1 * Q1'dot;
 break Q1 => G2;
end ANALOG_A;
```

Решение: Переменная Q1 является напряжением на обкладках идеального конденсатора, Q2 – емкостной ток. Параметр G1 – емкость конденсатора, G2 – напряжение на обкладках в начальный момент времени.
Ответ: идеальный конденсатор

ЗАДАНИЕ 20. В какие моменты времени будет срабатывать оператор break в следующем коде (язык VHDL-AMS)?

```
entity GEN is
   generic (P : real := 1.0E-6);
  port (signal GEN_OUT : out bit);
end GEN;
architecture GEN_A of GEN is
signal TEMP : bit  := '0';
begin
   process
   begin
      TEMP <= not TEMP;
      GEN_OUT <= TEMP;
      wait for P;
   end process;
end GEN_A;
```

```
entity TB is
end TB;
architecture TB_A of TB is
  signal C : bit;
  terminal P: electrical;
  quantity V across I through P to GROUND;
begin
  G: entity work.gen(gen_a) generic map (2.0E-6) port map (C);
  If C = '0' use I == 0.0; else V == 0.0; end use;
  break on C;
end TB_A;
```

Решение:

Оператор break будет вызываться при каждом изменении сигнала C, которое задается генератором GEN. Так как при подключении экземпляра генератора в архитектуре TB_A устанавливается период срабатывания генератора 2 мкс, то оператор break будет вызываться каждые 2 мкс, начиная с момента времени t=2 мкс.

Ответ: 2 мкс и далее с периодом 2 мкс.

ЗАДАНИЕ 21. Определите, в какие моменты времени сигнал DOUT будет принимать значение логической единицы для следующего кода на языке VHDL-AMS.

```
entity VSIN is
  generic (A : real := 1.0; F : real := 1000.0);
  port (terminal PLUS, MINUS: electrical);
end VSIN;
architecture VSIN_A of VSIN is
  quantity V across I through PLUS to MINUS;
begin
  V == A * sin(math_2_pi*F*now);
end VSINE_A;
entity TB is
end TB;
architecture TB_A of TB is
  terminal P : electrical;
  quantity V across I through P to GROUND;
  signal DOUT : bit;
begin
  G:entity work.VSIN(VSIN_A) generic map (1.0, 2000.0) port map (P, GROUND);
  I == V / 1000.0;
  DOUT <= '1' when VIN'above(0.0) else '0';
end TB_A;
```

Решение:

Сигнал DOUT будет принимать значение логической единицы, когда генератор синусоидального напряжения VSIN будет генерировать положительное напряжение. Так как период генерируемого сигнала составляет 500 мкс, то положительное напряжение на выходе генератора будет наблюдаться в интервалы времени от 0…250 мкс, 500…750 мкс и т.д.

Ответ: 0…250 мкс и далее, с периодом 500 мкс

ЗАДАНИЕ 22. Для момента модельного времени t=250 мкс определите мгновенную силу тока I, протекающего в системе, которая описывается следующим кодом на языке VHDL-AMS?

```
entity VSIN is
  generic (A : real := 1.0; F : real := 1000.0);
  port (terminal PLUS, MINUS: electrical);
end VSIN;
architecture VSIN_A of VSIN is
  quantity V across I through PLUS to MINUS;
begin
  V == A * sin(math_2_pi*F*now);
end VSINE_A;
entity TB is
end TB;
architecture TB_A of TB is
  terminal P : electrical;
  quantity V across I through P to GROUND;
begin
  G:entity work.VSIN(VSIN_A) generic map (2.0) port map (P, GROUND);
  I == V / 500.0;
end TB_A;
```

Решение:

В указанный момент времени генератор синусоидального напряжения VSIN генерирует максимальное значение напряжение, равное 2 В. Так как ток протекает через резистор номиналом 500 Ом, ток в системе при этом равен 4 мА.

Ответ: 4 мА.

ПК-4 Способен разрабатывать технологические процессы производства материалов и изделий электронной техники

Период окончания формирования компетенции: 4 семестр

Перечень дисциплин (модулей), практик, участвующих в формировании компетенции:

- Дисциплины (модули) (блок 1):
  - ✓ Б1.О.03 Научно-исследовательская и проектно-конструкторская документация
  - ✓ Б1.В.05 Проектирование систем на кристалле
  - ✓ Б1.В.ДВ.02.01 Основы микро- и наносистемной техники

- Практика (блок 2):
  - ✓ Б2.В.01(У) Учебная практика по получению первичных навыков научно-исследовательской работы;
  - ✓ Б2.В.02(У) Учебная практика , проектно-конструкторская;
  - ✓ Б2.В.05(Н) Производственная практика, проектно-конструкторская

- Дисциплины (модули) (блок 3):

Б3.01(Д) Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (4 семестр)

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:
1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):
ЗАДАНИЕ 1. Какое из приведенных описаний на языке VHDL-AMS задает переменную-напряжение?
Варианты ответа:
A) quantity V across PLUS to MINUS;
B) quantity V through PLUS to MINUS;
C) quantity V : real;
D) signal V : real;
E) terminal V : electrical;

ЗАДАНИЕ 2. Какое из приведенных описаний на языке VHDL-AMS задает переменную-ток?
Варианты ответа:
A) quantity I through PLUS to MINUS;
B) quantity I across PLUS to MINUS;
C) quantity I : real;
D) variable I : real;
E) terminal I : electrical;

ЗАДАНИЕ 3. Какое из приведенных описаний на языке VHDL-AMS задает аналоговую переменную, к которой не применяются законы сохранения консервативных систем?
Варианты ответа:
A) quantity VAL : real;
B) quantity VAL across PLUS to MINUS;
C) quantity VAL through PLUS to MINUS;
D) variable VAL : real;
E) signal VAL : real;

ЗАДАНИЕ 4. Какое из приведенных описаний на языке VHDL-AMS задает контакт для подключения аналоговых переменных?
Варианты ответа:
A) terminal IO : electrical;
B) quantity IO across PLUS to MINUS;
C) quantity IO through PLUS to MINUS;
D) quantity IO : real;
E) signal IO : real;

ЗАДАНИЕ 5. Какой оператор языка VHDL-AMS используется для записи алгебраических и интегро-дифференциальных уравнений?
Варианты ответа:
A) ==
B) <=
C) =>
D) =
E) :=

ЗАДАНИЕ 6. Какой атрибут языка VHDL-AMS используется для записи производной по времени?

Варианты ответа:
A) ‘dot
B) ‘dif
C) ‘diff
D) ‘deriv
E) ‘flux

ЗАДАНИЕ 7. Выберите верное утверждение относительно записи уравнений с помощью языка VHDL-AMS?
Варианты ответа:
A) в языке VHDL-AMS есть атрибут дифференцирования только по времени
B) в языке VHDL-AMS есть атрибуты для расчета как производной по времени, так и для расчета частных пространственных производных
C) в языке VHDL-AMS есть атрибуты для расчета производной только по пространственным переменным
D) в языке VHDL-AMS невозможна запись уравнений в неявной форме
E) в языке VHDL-AMS есть атрибут для расчета криволинейного интеграла

ЗАДАНИЕ 8. С помощью какой конструкции языка VHDL-AMS его аналоговая часть может оказывать влияние на цифровую?
Варианты ответа:
A) оператор условного присваивания значения сигналов selected_signal_assignment в сочетании с атрибутом ‘above
B) оператор условного присваивания значения сигналов selected_signal_assignment в сочетании с атрибутом ‘event
C) оператор записи уравнений simultaneous_if_statement
D) оператор записи уравнений simultaneous_case_statement
E) оператор процесса в сочетании с оператором записи уравнений simple_simultaneous_statement

ЗАДАНИЕ 9. С помощью какой конструкции языка VHDL-AMS его цифровая часть может оказывать влияние на аналоговую?
Варианты ответа:
A) оператор записи уравнений simultaneous_if_statement
B) оператор условного присваивания значения сигналов selected_signal_assignment в сочетании с атрибутом ‘event
C) оператор условного присваивания значения сигналов selected_signal_assignment в сочетании с атрибутом ‘above
D) оператор записи уравнений simple_simultaneous_statement
E) оператор процесса в сочетании с оператором записи уравнений simple_simultaneous_statement

ЗАДАНИЕ 10. Выберите правильную форму записи оператора break для задания начального значения аналоговой переменной C.
Варианты ответа:
A) break C => 0.0;
B) break C == 0.0;
C) break C <= 0.0;
D) break C = 0.0;
E) break C := 0.0;

ЗАДАНИЕ 11. Выберите правильную форму записи оператора break для инициализации аналоговых вычислений в точке разрыва при изменении значения цифрового сигнала S.

Варианты ответа:

A) break on S;
B) break S;
C) break when S;
D) break not S;
E) break change S;

ЗАДАНИЕ 12. Выберите правильную форму записи оператора break для инициализации аналоговых вычислений в точке разрыва при выполнении условия, когда аналоговая переменная A превышает величину 0.0.

Варианты ответа:

A) break when A > 0.0;
B) break on A > 0.0;
C) break A > 0.0;
D) break if A > 0.0;
E) break A when above(0.0);

ЗАДАНИЕ 13. Какая функция в языке VHDL-AMS возвращает текущий момент модельного времени?

Варианты ответа:

A) now
B) time
C) ctime
D) presently
E) nowtime

ЗАДАНИЕ 14. Выберите правильную для языка VHDL-AMS форму записи оператора процесса, который запускается на выполнение каждые 10 мс.

Варианты ответа:

A) process
begin
// …
wait for 10 ms;
end process;

B) process (10 ms)
begin
// …
end process;

C) process
begin
// …
wait on 10 ms;
end process;

D) process
begin
// …
wait 10 ms;
end process;

E) process 10 ms

```
    begin
      // …
end process;
```

ЗАДАНИЕ 15. Выберите правильную для языка VHDL-AMS форму записи оператора процесса со списком чувствительности к изменению сигналов a,b.

Варианты ответа:

A) process (a, b)

B) process (on a,b)

C) process on (a, b)

D) process (wait a,b)

E) process wait on a,b

2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Определите количество уравнений, необходимых для реализации следующего описания на языке VHDL-AMS:

```
entity TEST is
   port (terminal PLUS, MINUS : electrical);
end TEST;
architecture TEST_A of TEST is
  quantity V across I1, I2 through PLUS to MINUS;
  quantity Q : real;
  …
```

Решение:

Общее количество уравнений равно суммарному количеству переменных quantity, переменных quantity вида through (переменных-токов), а также портов, имеющих тип quantity и направленность типа out. В данной модели имеем одну переменную quantity Q и две переменные through (I1 и I2). Порты типа quantity в модели отсутствуют. Соответственно, количество уравнений должно быть равно трем.

Ответ: 3

ЗАДАНИЕ 2. Определите количество уравнений, необходимых для реализации следующего описания на языке VHDL-AMS:

```
entity TEST is
   port( signal S : in bit; terminal PLUS, MINUS : electrical);
end TEST;
architecture TEST_A of TEST is
  quantity V across I1 through PLUS to MINUS;
  …
```

Решение:

Общее количество уравнений равно суммарному количеству переменных quantity, переменных quantity вида through (переменных-токов), а также портов, имеющих тип quantity и направленность типа out. В данной модели имеем одну переменную through (I1). Порты типа quantity в модели отсутствуют. Соответственно, количество уравнений должно быть равно одному.

Ответ: 1

ЗАДАНИЕ 3. Определите количество уравнений, необходимых для реализации следующего описания на языке VHDL-AMS:

```
entity TEST is
  port (quantity A : in real; quantity B : out real);
end TEST;
architecture TEST_A of TEST is
 quantity C : real;
…
```

Решение:

Общее количество уравнений равно суммарному количеству переменных quantity, переменных quantity вида through (переменных-токов), а также портов, имеющих тип quantity и направленность типа out. В данной модели имеем одну переменную quantity (C), а также один выходной порт типа quantity (B). Соответственно, количество уравнений должно быть равно двум.

Ответ: 2

ЗАДАНИЕ 4. Определите количество уравнений, необходимых для реализации следующего описания на языке VHDL-AMS:

```
entity TEST is
  port (quantity A : in real; quantity B : out real);
end TEST;
architecture TEST_A of TEST is
 terminal PLUS, MINUS : electrical
 quantity V across I1, I2 through PLUS to MINUS;
 quantity C : real;
…
```

Решение:

Общее количество уравнений равно суммарному количеству переменных quantity, переменных quantity вида through (переменных-токов), а также портов, имеющих тип quantity и направленность типа out. В данной модели имеем две переменных-тока (I1, I2), одну переменную quantity (C), а также один выходной порт типа quantity (B). Соответственно, количество уравнений должно быть равно четырем.

Ответ: 4

ЗАДАНИЕ 5. Определите количество уравнений, необходимых для реализации следующего описания на языке VHDL-AMS:

```
entity ELEMENT is
  generic (VTH: real);
  port (terminal AIN, REF: electrical; signal DOUT: out boolean);
end ELEMENT;
architecture ELEMENT_A of ELEMENT is
 quantity VIN across AIN to REF;
begin
  …
```

Решение:

Общее количество уравнений равно суммарному количеству переменных quantity, переменных quantity вида through (переменных-токов), а также портов, имеющих тип quantity и направленность типа out. В данной модели отсутствуют переменные токи, переменные quantity и выходные порты

типа quantity. Соответственно, количество уравнений должно быть равно нулю.

Ответ: 0

3) открытые задания (мини-кейсы, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 6. Укажите, в какой форме требуется добавить оператор break к нижеприведенному коду на языке VHDL-AMS?

```
entity SPST is
  port( signal CONTROL : in bit; terminal PLUS, MINUS : electrical);
end SPST;
architecture SPST_A of SPST is
  quantity V across I through PLUS to MINUS;
  begin
    if CONTROL = '0' use I == 0.0; else V == 0.0;
  end use;
end SPST_A;
```

Решение:

Для корректного моделирования требуется указать с помощью оператора break моменты времени, в которых аналоговые переменные терпят разрыв. В данном случае переменные I и V терпят разрыв в момент, когда цифровой сигнал CONTROL изменяет свое значение. Заданию такого условия соответствует форма оператора break со списком чувствительности: break on CONTROL.

Ответ: break on CONTROL;

ЗАДАНИЕ 7. Укажите, в какой форме требуется добавить оператор break к нижеприведенному коду на языке VHDL-AMS для того, чтобы задать начальное значение напряжения на обкладках конденсатора?

```
entity CAP is
    generic (NOMINAL : real := 1.0e-6; V_INIT : real := 0.0 );
    port (terminal PLUS, MINUS : electrical);
end CAP;
architecture CAP_A of CAP is
    quantity V across I through PLUS to MINUS;
begin
    I == NOMINAL*V'dot;
end CAP_A;
```

Решение:

Для задания значений переменных в начальный момент времени используется оператор break в форме без списка чувствительности, т.е. break <имя переменной> => <значение>; В данной задаче переменной является V, которой присваивается значение параметра V_INIT, т.е.: break V => V_INIT;

Ответ: break V => V_INIT;

ЗАДАНИЕ 8. Какой аналого-цифровой элемент реализуется следующим описанием на языке VHDL-AMS?

```
entity ELEMENT is
   generic (VTH: real);
   port (terminal AIN, REF: electrical; signal DOUT: out boolean);
```

```
end ELEMENT;
architecture ELEMENT_A of ELEMENT is
  quantity VIN across AIN to REF;
begin
   DOUT <= VIN'above(VTH);
end ELEMENT_A;
```

Решение:
Элемент в качестве входных портов использует аналоговые входы, между которыми задана переменная-напряжение VIN. Выходным сигналом элемента сложит логическая величина, которая принимает значение «логическая единица», когда напряжение между входными портами превышает некоторую величину VTH и значение «логический ноль» в противном случае. Такое поведение соответствует идеальному компаратору.
Ответ: идеальный компаратор

ЗАДАНИЕ 9. Какой цифровой элемент реализуется следующим описанием на языке VHDL-AMS?

```
entity DIG is
   port ( a0, a1 : in bit; b : out bit );
end DIG;
architecture DIG_A of DIG is
begin
       process ( a0, a1 )
       begin
         if ( a0 = '1' ) and ( a1 = '1' )
           then b <= '1';
           else b <= '0';
         end if;
       end process;
end DIG_A;
```

Решение: таблица истинности реализуемого элемента соответствует логическому вентилю «И» с двумя входами, т.е. AND2
Ответ: AND2

ЗАДАНИЕ 10. Какой аналоговый элемент реализуется следующим описанием на языке VHDL-AMS и какие паразитные элементы учитывает данное описание?

```
entity ANALOG is
  generic (G1: real := 1.0e-14; G2: real := 1.0e-7;
          G3: real := 100.0);
  port (terminal T1, T2 : electrical);
end diode;
architecture ANALOG_A of ANALOG is
quantity Q1 across Q2, Q3 through T1 to T2;
quantity Q4 : real;
constant C1 : real := 0.0258;
begin
  Q2 == G1 * (exp((Q1-G3*Q2)/C1) - 1.0);
  Q4 == G2 * Q2;
  Q3 == Q4'dot;
```

```
end ANALOG_A;
```

Решение: Аналоговая переменная Q1 описывает напряжение, приложенное к диоду, Q2 – ток через p-n переход, Q3 – емкостной ток диффузионной емкости. Параметры элемента: G1 – ток насыщения; G2 – время жизни неосновных носителей; G3 – сопротивление объема полупроводника.
Ответ: Диод с учетом диффузионной емкости и падения напряжения на объеме полупроводника

ЗАДАНИЕ 11. Какой цифровой элемент реализуется следующим описанием на языке VHDL-AMS?

```
entity DIG is
  port (A1, A2 : IN bit; A3 : OUT bit);
end DIG;
architecture DIG_A of DIG is
begin
  process (A1)
  begin
   if (A1 = '1')
     then A3 <= A2 after 1 ns;
   end if;
  end process;
end DIG_A;
```

Решение: Вход A1 является тактирующим. По его переднему фронту происходит передача сигнала со входа A1 на выход A3. В остальное время выход A3 сохраняет свое предыдущее состояние. Такое поведение соответствует динамическому D-триггеру (flip-flop)
Ответ: динамический D-триггер

ЗАДАНИЕ 27. Какой аналоговый элемент реализуется следующим описанием на языке VHDL-AMS?

```
entity ANALOG is
  generic (G1 : REAL; G2 : real := 0.0 );
  port (terminal T1,T2 : electrical);
end;
architecture ANALOG_A of ANALOG is
quantity Q1 across Q2 through T1 to T2;
begin
  Q2==G1 * Q1'dot;
 break Q1 => G2;
end ANALOG_A;
```

Решение: Переменная Q1 является напряжением на обкладках идеального конденсатора, Q2 – емкостной ток. Параметр G1 – емкость конденсатора, G2 – напряжение на обкладках в начальный момент времени.
Ответ: идеальный конденсатор

ЗАДАНИЕ 12. В какие моменты времени будет срабатывать оператор break в следующем коде (язык VHDL-AMS)?

```
entity GEN is
   generic (P : real := 1.0E-6);
  port (signal GEN_OUT : out bit);
end GEN;
architecture GEN_A of GEN is
signal TEMP : bit  := ’0’;
begin
   process
   begin
      TEMP <= not TEMP;
      GEN_OUT <= TEMP;
      wait for P;
   end process;
end GEN_A;

entity TB is
end TB;
architecture TB_A of TB is
   signal C : bit;
   terminal P: electrical;
   quantity V across I through P to GROUND;
begin
   G: entity work.gen(gen_a) generic map (2.0E-6) port map (C);
   If C = ‘0’ use I == 0.0; else V == 0.0; end use;
   break on C;
end TB_A;
```

Решение:

Оператор break будет вызываться при каждом изменении сигнала C, которое задается генератором GEN. Так как при подключении экземпляра генератора в архитектуре TB_A устанавливается период срабатывания генератора 2 мкс, то оператор break будет вызываться каждые 2 мкс, начиная с момента времени t=2 мкс.

Ответ: 2 мкс и далее с периодом 2 мкс.

ЗАДАНИЕ 13. Определите, в какие моменты времени сигнал DOUT будет принимать значение логической единицы для следующего кода на языке VHDL-AMS.

```
entity VSIN is
   generic (A : real := 1.0; F : real := 1000.0);
   port (terminal PLUS, MINUS: electrical);
end VSIN;
architecture VSIN_A of VSIN is
   quantity V across I through PLUS to MINUS;
begin
   V == A * sin(math_2_pi*F*now);
end VSINE_A;
entity TB is
end TB;
architecture TB_A of TB is
   terminal P : electrical;
```

```
  quantity V across I through P to GROUND;
  signal DOUT : bit;
begin
  G:entity work.VSIN(VSIN_A) generic map (1.0, 2000.0) port map (P, GROUND);
  I == V / 1000.0;
  DOUT <= ‘1’ when VIN’above(0.0) else ‘0’;
end TB_A;
```

Решение:

Сигнал DOUT будет принимать значение логической единицы, когда генератор синусоидального напряжения VSIN будет генерировать положительное напряжение. Так как период генерируемого сигнала составляет 500 мкс, то положительное напряжение на выходе генератора будет наблюдаться в интервалы времени от 0…250 мкс, 500…750 мкс и т.д.

Ответ: 0…250 мкс и далее, с периодом 500 мкс

ЗАДАНИЕ 14. Для момента модельного времени t=250 мкс определите мгновенную силу тока I, протекающего в системе, которая описывается следующим кодом на языке VHDL-AMS?

```
entity VSIN is
  generic (A : real := 1.0; F : real := 1000.0);
  port (terminal PLUS, MINUS: electrical);
end VSIN;
architecture VSIN_A of VSIN is
  quantity V across I through PLUS to MINUS;
begin
  V == A * sin(math_2_pi*F*now);
end VSINE_A;
entity TB is
end TB;
architecture TB_A of TB is
  terminal P : electrical;
  quantity V across I through P to GROUND;
begin
  G:entity work.VSIN(VSIN_A) generic map (2.0) port map (P, GROUND);
  I == V / 500.0;
end TB_A;
```

Решение:

В указанный момент времени генератор синусоидального напряжения VSIN генерирует максимальное значение напряжение, равное 2 В. Так как ток протекает через резистор номиналом 500 Ом, ток в системе при этом равен 4 мА.

Ответ: 4 мА.

как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени

- Дисциплины (модули) (блок 1):
  - ✓ Б1.В.04 Разработка цифровых библиотек стандартных ячеек
  - ✓ Б1.В.ДВ.01.01 LabView в автоматизации эксперимента
  - ✓ Б1.В.ДВ.02.01 Основы микро- и наносистемной техники

- Практика (блок 2):
  - ✓ Б2.В.01(У) Учебная практика по получению первичных навыков научно-исследовательской работы;
  - ✓ Б2.В.02(У) Учебная практика, проектно-конструкторская;
  - ✓ Б2.В.03(Н) Производственная практика, научно-исследовательская работа;
  - ✓ Б2.В.04(Н) Производственная практика, научно-исследовательская работа;
  - ✓ Б2.В.05(П) Производственная практика, проектно-конструкторская;
  - ✓ Б2.В.06(П) Производственная практика, преддипломная.

- Дисциплины (модули) (блок 3):
  Б3.01(Д) Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (4 семестр)

Период окончания формирования компетенции: 4 семестр

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:
1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

3) открытые задания (мини-кейсы, средний уровень сложности):

ПК-6 Способен разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию

Период окончания формирования компетенции: 4 семестр

Перечень дисциплин (модулей), практик, участвующих в формировании компетенции:
- Дисциплины (модули) (блок 1):
  - ✓ Б1.В.02 Языки проектирования схем смешанного сигнала (3 семестр);
  - ✓ Б1.В.05 Проектирование систем на кристалле (1 семестр);

- Практика (блок 2):
  - ✓ Б2.В.04(Н) Производственная практика, научно-исследовательская работа;
  - ✓ Б2.В.05(П) Производственная практика, проектно-конструкторская.

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:
1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Какое из приведенных описаний на языке VHDL-AMS задает переменнуюнапряжение?

Варианты ответа:

A) quantity V across PLUS to MINUS;

B) quantity V through PLUS to MINUS;

C) quantity V : real;

D) signal V : real;

E) terminal V : electrical;

ЗАДАНИЕ 2. Какое из приведенных описаний на языке VHDL-AMS задает переменную-ток?

Варианты ответа:

A) quantity I through PLUS to MINUS;

B) quantity I across PLUS to MINUS;

C) quantity I : real;

D) variable I : real;

E) terminal I : electrical;

ЗАДАНИЕ 3. Какое из приведенных описаний на языке VHDL-AMS задает аналоговую переменную, к которой не применяются законы сохранения консервативных систем?

Варианты ответа:

A) quantity VAL : real;

B) quantity VAL across PLUS to MINUS;

C) quantity VAL through PLUS to MINUS;

D) variable VAL : real;

E) signal VAL : real;

ЗАДАНИЕ 4. Какое из приведенных описаний на языке VHDL-AMS задает контакт для подключения аналоговых переменных?

Варианты ответа:

A) terminal IO : electrical;

B) quantity IO across PLUS to MINUS;

C) quantity IO through PLUS to MINUS;

D) quantity IO : real;

E) signal IO : real;

ЗАДАНИЕ 5. Какой оператор языка VHDL-AMS используется для записи алгебраических и интегро-дифференциальных уравнений?

Варианты ответа:

A) ==

B) <=

C) =>

D) =

E) :=

ЗАДАНИЕ 6. Какой атрибут языка VHDL-AMS используется для записи производной по времени?

Варианты ответа:

A) ‘dot

B) ‘dif

C) ‘diff

D) ‘deriv

E) ‘flux

ЗАДАНИЕ 7. Выберите верное утверждение относительно записи уравнений с помощью языка VHDL-AMS?

Варианты ответа:

A) **в языке VHDL-AMS есть атрибут дифференцирования только по времени**

B) в языке VHDL-AMS есть атрибуты для расчета как производной по времени, так и для расчета частных пространственных производных

C) в языке VHDL-AMS есть атрибуты для расчета производной только по пространственным переменным

D) в языке VHDL-AMS невозможна запись уравнений в неявной форме

E) в языке VHDL-AMS есть атрибут для расчета криволинейного интеграла

ЗАДАНИЕ 8. С помощью какой конструкции языка VHDL-AMS его аналоговая часть может оказывать влияние на цифровую?

Варианты ответа:

A) **оператор условного присваивания значения сигналов selected_signal_assignment в сочетании с атрибутом ‘above**

B) оператор условного присваивания значения сигналов selected_signal_assignment в сочетании с атрибутом ‘event

C) оператор записи уравнений simultaneous_if_statement

D) оператор записи уравнений simultaneous_case_statement

E) оператор процесса в сочетании с оператором записи уравнений simple_simultaneous_statement

ЗАДАНИЕ 9. С помощью какой конструкции языка VHDL-AMS его цифровая часть может оказывать влияние на аналоговую?

Варианты ответа:

A) **оператор записи уравнений simultaneous_if_statement**

B) оператор условного присваивания значения сигналов selected_signal_assignment в сочетании с атрибутом ‘event

C) оператор условного присваивания значения сигналов selected_signal_assignment в сочетании с атрибутом ‘above

D) оператор записи уравнений simple_simultaneous_statement

E) оператор процесса в сочетании с оператором записи уравнений simple_simultaneous_statement

ЗАДАНИЕ 10. Выберите правильную форму записи оператора break для задания начального значения аналоговой переменной C.

Варианты ответа:

A) **break C => 0.0;**

B) break C == 0.0;
C) break C <= 0.0;
D) break C = 0.0;
E) break C := 0.0;

ЗАДАНИЕ 11. Выберите правильную форму записи оператора break для инициализации аналоговых вычислений в точке разрыва при изменении значения цифрового сигнала S.
Варианты ответа:
A) break on S;
B) break S;
C) break when S;
D) break not S;
E) break change S;

ЗАДАНИЕ 12. Выберите правильную форму записи оператора break для инициализации аналоговых вычислений в точке разрыва при выполнении условия, когда аналоговая переменная A превышает величину 0.0.
Варианты ответа:
A**) break when A > 0.0;**
B) break on A > 0.0;
C) break A > 0.0;
D) break if A > 0.0;
E) break A when above(0.0);

ЗАДАНИЕ 13. Какая функция в языке VHDL-AMS возвращает текущий момент модельного времени?
Варианты ответа:
A) now
B) time
C) ctime
D) presently
E) nowtime

ЗАДАНИЕ 14. Выберите правильную для языка VHDL-AMS форму записи оператора процесса, который запускается на выполнение каждые 10 мс.
Варианты ответа:

```
A)  process
    begin
       // …
  wait for 10 ms;
end process;
```

```
B) process (10 ms)
    begin
       // …
end process;
```

C) process

```
    begin
       // …
  wait on 10 ms;
end process;
D) process
    begin
       // …
  wait 10 ms;
end process;
E) process 10 ms
    begin
       // …
end process;
```

ЗАДАНИЕ 15. Выберите правильную для языка VHDL-AMS форму записи оператора процесса со списком чувствительности к изменению сигналов a,b.

Варианты ответа:

A) **process (a, b)**

B) process (on a,b)

C) process on (a, b)

D) process (wait a,b)

E) process wait on a,b

ЗАДАНИЕ 16. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$x \bullet \overline{z} + \overline{y} \bullet u \bullet \overline{v}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

к) $(x + \overline{z}) \bullet (\overline{y} + u + \overline{v})$

л) $\overline{x} + z \bullet y + \overline{u} + v$

м) $\overline{(\boldsymbol{x} + \boldsymbol{z})} \bullet (\boldsymbol{y} + \overline{\boldsymbol{u}} + \boldsymbol{v})$

ЗАДАНИЕ 17. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$x \bullet \overline{z} \bullet \overline{y} + u \bullet \overline{v}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

г) $(\overline{\boldsymbol{x}} + \boldsymbol{z} + \boldsymbol{y}) \bullet (\overline{\boldsymbol{u}} + \boldsymbol{v})$

д) $\overline{x} + z + y \bullet \overline{u} + v$

е) $(x + \overline{z} + \overline{y}) \bullet (u + \overline{v})$

ЗАДАНИЕ 18. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$\overline{y} + x \bullet \overline{z} \bullet u \bullet \overline{v}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

г) $\overline{y} \bullet (x + \overline{z} + u + \overline{v})$
д) $\boldsymbol{y \bullet (\overline{x} + z + \overline{u} + v)}$
е) $y \bullet \overline{x} + z + \overline{u} + v$

ЗАДАНИЕ 19. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$\overline{z} \bullet u \bullet \overline{y} + x \bullet \overline{v}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).
г) $\boldsymbol{(z + \overline{u} + y) \bullet (\overline{x} + v)}$
д) $z + \overline{u} + y \bullet \overline{x} + v$
е) $(\overline{z} + u + \overline{y}) \bullet (x + \overline{v})$

ЗАДАНИЕ 20. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$\overline{z} \bullet u \bullet \overline{y} + x \bullet \overline{v} + z \bullet \overline{u}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).
г) $(\overline{z} + u + \overline{y}) \bullet (x + \overline{v}) \bullet (z + \overline{u})$
д) $z + \overline{u} + y \bullet \overline{x} + v \bullet \overline{z} + u$
е) $\boldsymbol{(z + \overline{u} + y) \bullet (\overline{x} + v) \bullet (\overline{z} + u)}$

ЗАДАНИЕ 21. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$\overline{z} \bullet \overline{y} + x \bullet \overline{v} \bullet u + z \bullet \overline{u}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).
г) $\boldsymbol{(z + y) \bullet (\overline{x} + v + \overline{u}) \bullet (\overline{z} + u)}$
д) $(\overline{z} + \overline{y}) \bullet (x + \overline{v} + u) \bullet (z + \overline{u})$
е) $z + y \bullet \overline{x} + v + \overline{u} \bullet \overline{z} + u$

ЗАДАНИЕ 22. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$\overline{z} \bullet \overline{y} \bullet \overline{v} \bullet u + x + z \bullet \overline{u}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).
г) $z + y + v + \overline{u} \bullet \overline{x} \bullet \overline{z} + u$
д) $\boldsymbol{(z + y + v + \overline{u}) \bullet \overline{x} \bullet (\overline{z} + u)}$
е) $(\overline{z} + \overline{y} + \overline{v} + u) \bullet x \bullet (z + \overline{u})$

ЗАДАНИЕ 23. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$\overline{z} \bullet \overline{y} \bullet u + x + \overline{v} \bullet z \bullet \overline{u}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

г) $(\overline{z} + \overline{y} + u) \bullet x \bullet (\overline{v} + z + \overline{u})$

д) $(\boldsymbol{z + y + \overline{u}}) \bullet \boldsymbol{\overline{x}} \bullet (\boldsymbol{v + \overline{z} + u})$

е) $z + y + \overline{u} \bullet \overline{x} \bullet v + \overline{z} + u$

ЗАДАНИЕ 24. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$\overline{z} \bullet \overline{y} + x \bullet u + \overline{v} \bullet z \bullet \overline{u}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

г) $(\overline{z} + \overline{y}) \bullet (x + u) \bullet (\overline{v} + z + \overline{u})$

д) $z + y \bullet \overline{x} + \overline{u} \bullet v + \overline{z} + u$

е) $(\boldsymbol{z + y}) \bullet (\boldsymbol{\overline{x} + \overline{u}}) \bullet (\boldsymbol{v + \overline{z} + u})$

ЗАДАНИЕ 25. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$\overline{z} \bullet \overline{y} + x \bullet u \bullet z + \overline{v} \bullet \overline{u}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

г) $(\boldsymbol{z + y}) \bullet (\boldsymbol{\overline{x} + \overline{u} + \overline{z}}) \bullet (\boldsymbol{v + u})$

д) $(\overline{z} + \overline{y}) \bullet (x + u + z) \bullet (\overline{v} + \overline{u})$

е) $z + y \bullet \overline{x} + \overline{u} + \overline{z} \bullet v + u$

ЗАДАНИЕ 26. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$\overline{z} \bullet u \bullet \overline{y} + x \bullet z \bullet \overline{u} + \overline{v}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

г) $z + \overline{u} + y \bullet \overline{x} + \overline{z} + u \bullet v$

д) $(\overline{z} + u + \overline{y}) \bullet (x + z + \overline{u}) \bullet \overline{v}$

е) $(\boldsymbol{z + \overline{u} + y}) \bullet (\boldsymbol{\overline{x} + \overline{z} + u}) \bullet \boldsymbol{v}$

ЗАДАНИЕ 27. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$\overline{z} \bullet u \bullet \overline{y} + x \bullet \overline{v} + z \bullet \overline{u}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

г) $z + \overline{u} + y \bullet \overline{x} + v \bullet \overline{z} + u$

д) $(\boldsymbol{z + \overline{u} + y}) \bullet (\boldsymbol{\overline{x} + v}) \bullet (\boldsymbol{\overline{z} + u})$

е) $(\overline{z} + u + \overline{y}) \bullet (x + \overline{v}) \bullet (z + \overline{u})$

ЗАДАНИЕ 28. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$\overline{z} \bullet \overline{v} + x \bullet u \bullet \overline{y} + z \bullet \overline{u}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

д) $(\boldsymbol{z} + \boldsymbol{v}) \bullet (\overline{\boldsymbol{x}} + \overline{\boldsymbol{u}} + \boldsymbol{y}) \bullet (\overline{\boldsymbol{z}} + \boldsymbol{u})$

е) $z + v \bullet \overline{x} + \overline{u} + y \bullet \overline{z} + u$

ж) $(\overline{z} + \overline{v}) \bullet (x + u + \overline{y}) \bullet (z + \overline{u})$

ЗАДАНИЕ 29. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$\overline{v} + x \bullet \overline{z} \bullet u \bullet \overline{y} + z \bullet \overline{u}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

г) $\overline{v} \bullet (x + \overline{z} + u + \overline{y}) \bullet (z + \overline{u})$

д) $\boldsymbol{v} \bullet (\overline{\boldsymbol{x}} + \boldsymbol{z} + \overline{\boldsymbol{u}} + \boldsymbol{y}) \bullet (\overline{\boldsymbol{z}} + \boldsymbol{u})$

е) $v \bullet \overline{x} + z + \overline{u} + y \bullet \overline{z} + u$

ЗАДАНИЕ 30. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$\overline{z} \bullet u + x \bullet \overline{v} \bullet \overline{y} + z \bullet \overline{u}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

г) $z + \overline{u} \bullet \overline{x} + v + y \bullet \overline{z} + u$

д) $(\overline{z} + u) \bullet (x + \overline{v} + \overline{y}) \bullet (z + \overline{u})$

е) $(\boldsymbol{z} + \overline{\boldsymbol{u}}) \bullet (\overline{\boldsymbol{x}} + \boldsymbol{v} + \boldsymbol{y}) \bullet (\overline{\boldsymbol{z}} + \boldsymbol{u})$

2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Определите количество уравнений, необходимых для реализации следующего описания на языке VHDL-AMS:

```
entity TEST is
   port (terminal PLUS, MINUS : electrical);
end TEST;
architecture TEST_A of TEST is
  quantity V across I1, I2 through PLUS to MINUS;
  quantity Q : real;
  …
```

Решение:

Общее количество уравнений равно суммарному количеству переменных quantity, переменных quantity вида through (переменных-токов), а также портов, имеющих тип quantity и направленность типа out. В данной модели имеем одну переменную quantity Q и две переменные through (I1 и I2). Порты типа

quantity в модели отсутствуют. Соответственно, количество уравнений должно быть равно трем.

Ответ: **3**

ЗАДАНИЕ 2. Определите количество уравнений, необходимых для реализации следующего описания на языке VHDL-AMS:

```
entity TEST is
   port( signal S : in bit; terminal PLUS, MINUS : electrical);
end TEST;
architecture TEST_A of TEST is
  quantity V across I1 through PLUS to MINUS;
  …
```

Решение:

Общее количество уравнений равно суммарному количеству переменных quantity, переменных quantity вида through (переменных-токов), а также портов, имеющих тип quantity и направленность типа out. В данной модели имеем одну переменную through (I1). Порты типа quantity в модели отсутствуют. Соответственно, количество уравнений должно быть равно одному.

Ответ: **1**

ЗАДАНИЕ 3. Определите количество уравнений, необходимых для реализации следующего описания на языке VHDL-AMS:

```
entity TEST is
  port (quantity A : in real; quantity B : out real);
end TEST;
architecture TEST_A of TEST is
 quantity C : real;
…
```

Решение:

Общее количество уравнений равно суммарному количеству переменных quantity, переменных quantity вида through (переменных-токов), а также портов, имеющих тип quantity и направленность типа out. В данной модели имеем одну переменную quantity (C), а также один выходной порт типа quantity (B). Соответственно, количество уравнений должно быть равно двум.

Ответ**: 2**

ЗАДАНИЕ 4. Определите количество уравнений, необходимых для реализации следующего описания на языке VHDL-AMS:

```
entity TEST is
  port (quantity A : in real; quantity B : out real);
end TEST;
architecture TEST_A of TEST is
 terminal PLUS, MINUS : electrical
 quantity V across I1, I2 through PLUS to MINUS;
 quantity C : real;
…
```

Решение:

Общее количество уравнений равно суммарному количеству переменных quantity, переменных quantity вида through (переменных-токов), а также портов, имеющих тип quantity и направленность типа out. В данной модели имеем две переменных-тока (I1, I2), одну переменную quantity (C), а также один выходной порт типа quantity (B). Соответственно, количество уравнений должно быть равно четырем.

Ответ: **4**

ЗАДАНИЕ 5. Определите количество уравнений, необходимых для реализации следующего описания на языке VHDL-AMS:

```
entity ELEMENT is
   generic (VTH: real);
   port (terminal AIN, REF: electrical; signal DOUT: out boolean);
end ELEMENT;
architecture ELEMENT_A of ELEMENT is
  quantity VIN across AIN to REF;
begin
   …
```

Решение:

Общее количество уравнений равно суммарному количеству переменных quantity, переменных quantity вида through (переменных-токов), а также портов, имеющих тип quantity и направленность типа out. В данной модели отсутствуют переменные токи, переменные quantity и выходные порты типа quantity. Соответственно, количество уравнений должно быть равно нулю.

Ответ: **0**

ЗАДАНИЕ 6. Укажите, в какой форме требуется добавить оператор break к нижеприведенному коду на языке VHDL-AMS?

```
entity SPST is
  port( signal CONTROL : in bit; terminal PLUS, MINUS : electrical);
end SPST;
architecture SPST_A of SPST is
  quantity V across I through PLUS to MINUS;
  begin
    if CONTROL = ‘0’ use I == 0.0; else V == 0.0;
  end use;
end SPST_A;
```

Решение:

Для корректного моделирования требуется указать с помощью оператора break моменты времени, в которых аналоговые переменные терпят разрыв. В данном случае переменные I и V терпят разрыв в момент, когда цифровой сигнал CONTROL изменяет свое значение. Заданию такого условия соответствует форма оператора break со списком чувствительности: break on CONTROL.

Ответ: **break on CONTROL;**

ЗАДАНИЕ 7. Укажите, в какой форме требуется добавить оператор break к нижеприведенному коду на языке VHDL-AMS для того, чтобы задать начальное значение напряжения на обкладках конденсатора?

```
entity CAP is
   generic (NOMINAL : real := 1.0e-6; V_INIT : real := 0.0 );
   port (terminal PLUS, MINUS : electrical);
end CAP;
architecture CAP_A of CAP is
   quantity V across I through PLUS to MINUS;
begin
   I == NOMINAL*V'dot;
end CAP_A;
```

Решение:

Для задания значений переменных в начальный момент времени используется оператор break в форме без списка чувствительности, т.е. break <имя переменной> => <значение>; В данной задаче переменной является V, которой присваивается значение параметра V_INIT, т.е.: break V => V_INIT;

Ответ: **break V => V_INIT;**

ЗАДАНИЕ 8. Какой аналого-цифровой элемент реализуется следующим описанием на языке VHDL-AMS?

```
entity ELEMENT is
  generic (VTH: real);
  port (terminal AIN, REF: electrical; signal DOUT: out boolean);
end ELEMENT;
architecture ELEMENT_A of ELEMENT is
 quantity VIN across AIN to REF;
begin
  DOUT <= VIN'above(VTH);
end ELEMENT_A;
```

Решение:

Элемент в качестве входных портов использует аналоговые входы, между которыми задана переменная-напряжение VIN. Выходным сигналом элемента сложит логическая величина, которая принимает значение «логическая единица», когда напряжение между входными портами превышает некоторую величину VTH и значение «логический ноль» в противном случае. Такое поведение соответствует идеальному компаратору.

Ответ: **идеальный компаратор**

ЗАДАНИЕ 9. В какие моменты времени будет срабатывать оператор break в следующем коде (язык VHDL-AMS)?

```
entity GEN is
```

```
   generic (P : real := 1.0E-6);
  port (signal GEN_OUT : out bit);
end GEN;
architecture GEN_A of GEN is
signal TEMP : bit  := ’0’;
begin
   process
   begin
      TEMP <= not TEMP;
      GEN_OUT <= TEMP;
      wait for P;
   end process;
end GEN_A;

entity TB is
end TB;
architecture TB_A of TB is
   signal C : bit;
   terminal P: electrical;
   quantity V across I through P to GROUND;
begin
   G: entity work.gen(gen_a) generic map (2.0E-6) port map (C);
   If C = ‘0’ use I == 0.0; else V == 0.0; end use;
   break on C;
end TB_A;
```

Решение:

Оператор break будет вызываться при каждом изменении сигнала C, которое задается генератором GEN. Так как при подключении экземпляра генератора в архитектуре TB_A устанавливается период срабатывания генератора 2 мкс, то оператор break будет вызываться каждые 2 мкс, начиная с момента времени t=2 мкс.

Ответ: **2 мкс и далее с периодом 2 мкс.**

ЗАДАНИЕ 10. Определите, в какие моменты времени сигнал DOUT будет принимать значение логической единицы для следующего кода на языке VHDL-AMS.

```
entity VSIN is
   generic (A : real := 1.0; F : real := 1000.0);
   port (terminal PLUS, MINUS: electrical);
end VSIN;
architecture VSIN_A of VSIN is
   quantity V across I through PLUS to MINUS;
begin
   V == A * sin(math_2_pi*F*now);
end VSINE_A;
```

```
entity TB is
end TB;
architecture TB_A of TB is
  terminal P : electrical;
  quantity V across I through P to GROUND;
  signal DOUT : bit;
begin
  G:entity work.VSIN(VSIN_A) generic map (1.0, 2000.0) port map (P, GROUND);
  I == V / 1000.0;
  DOUT <= ‘1’ when VIN’above(0.0) else ‘0’;
end TB_A;
```

Решение:

Сигнал DOUT будет принимать значение логической единицы, когда генератор синусоидального напряжения VSIN будет генерировать положительное напряжение. Так как период генерируемого сигнала составляет 500 мкс, то положительное напряжение на выходе генератора будет наблюдаться в интервалы времени от 0…250 мкс, 500…750 мкс и т.д.

Ответ: **0…250 мкс и далее, с периодом 500 мкс**

ЗАДАНИЕ 11. Для момента модельного времени t=250 мкс определите мгновенную силу тока I, протекающего в системе, которая описывается следующим кодом на языке VHDL-AMS?

```
entity VSIN is
  generic (A : real := 1.0; F : real := 1000.0);
  port (terminal PLUS, MINUS: electrical);
end VSIN;
architecture VSIN_A of VSIN is
  quantity V across I through PLUS to MINUS;
begin
  V == A * sin(math_2_pi*F*now);
end VSINE_A;
entity TB is
end TB;
architecture TB_A of TB is
  terminal P : electrical;
  quantity V across I through P to GROUND;
begin
  G:entity work.VSIN(VSIN_A) generic map (2.0) port map (P, GROUND);
  I == V / 500.0;
end TB_A;
```

Решение:

В указанный момент времени генератор синусоидального напряжения VSIN генерирует максимальное значение напряжение, равное 2 В. Так как ток протекает через резистор номиналом 500 Ом, ток в системе при этом равен 4 мА.

Ответ: **4 мА.**

ЗАДАНИЕ 12. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

Решение:

		yz			
		00	01	11	10
x	0		1		1
	1		1	1	

ЗАДАНИЕ 13. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Решение:

		yz			
		00	01	11	10
x	0	1	1		1

1			1	

ЗАДАНИЕ 14. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	0

Решение:

yz

	00	01	11	10
0	1		1	1
1		1		

ЗАДАНИЕ 15. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Решение:

yz

	00	01	11	10

x	0	1		1	1
	1	1		1	

ЗАДАНИЕ 16. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

Решение:

		yz			
		00	01	11	10
x	0	1	1		1
	1		1		1

ЗАДАНИЕ 17. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Решение:

yz

x	00	01	11	10
0			1	1
1	1		1	

ЗАДАНИЕ 18. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Решение:

	yz 00	01	11	10
0	1	1		1
1	1		1	

ЗАДАНИЕ 19. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Решение:

yz

	00	01	11	10
0	1			1
1			1	

ЗАДАНИЕ 20. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Решение:

yz

	00	01	11	10
0		1		1
1	1		1	

ЗАДАНИЕ 21. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Решение:

	yz			
x	00	01	11	10
0	1	1		1
1			1	

ЗАДАНИЕ 22. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	0

Решение:

	yz			
x	00	01	11	10
0	1		1	1
1		1		

ЗАДАНИЕ 23. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Решение:

	yz			
x	00	01	11	10
0	1		1	1
1	1		1	

ЗАДАНИЕ 24. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

Решение:

	yz			
x	00	01	11	10
0	1	1		1
1		1		1

ЗАДАНИЕ 25. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0

1	1	0	0
1	1	1	1

Решение:

		yz			
		00	01	11	10
x	0				1
	1	1		1	

ЗАДАНИЕ 26. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Решение:

	yz			
	00	01	11	10
0	1			1
1	1		1	

ПК-7 Готов определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ

Период окончания формирования компетенции: 4 семестр

Перечень дисциплин (модулей), практик, участвующих в формировании компетенции:

- Дисциплины (модули) (блок 1):
  - ✓ Б1.В.01 Проектирование цифровых устройств на Verilog
  - ✓ Б1.В.02 Языки проектирования схем смешанного сигнала (3 семестр);
  - ✓ Б1.В.05 Проектирование систем на кристалле (1 семестр);

- Практика (блок 2):
  - ✓ Б2.В.05(П) Производственная практика, проектно-конструкторская;
  - ✓ Б2.В.06(П) Производственная практика, преддипломная (4 семестр).

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Какое из приведенных описаний на языке VHDL-AMS задает переменнуюнапряжение?

Варианты ответа:

A) quantity V across PLUS to MINUS;

B) quantity V through PLUS to MINUS;

C) quantity V : real;

D) signal V : real;

E) terminal V : electrical;

ЗАДАНИЕ 2. Какое из приведенных описаний на языке VHDL-AMS задает переменную-ток?

Варианты ответа:

A) quantity I through PLUS to MINUS;

B) quantity I across PLUS to MINUS;

C) quantity I : real;

D) variable I : real;

E) terminal I : electrical;

ЗАДАНИЕ 3. Какое из приведенных описаний на языке VHDL-AMS задает аналоговую переменную, к которой не применяются законы сохранения консервативных систем?

Варианты ответа:

A) quantity VAL : real;

B) quantity VAL across PLUS to MINUS;

C) quantity VAL through PLUS to MINUS;

D) variable VAL : real;

E) signal VAL : real;

ЗАДАНИЕ 4. Какое из приведенных описаний на языке VHDL-AMS задает контакт для подключения аналоговых переменных?

Варианты ответа:

A) terminal IO : electrical;

B) quantity IO across PLUS to MINUS;

C) quantity IO through PLUS to MINUS;

D) quantity IO : real;
E) signal IO : real;

ЗАДАНИЕ 5. Какой оператор языка VHDL-AMS используется для записи алгебраических и интегро-дифференциальных уравнений?
Варианты ответа:
A) ==
B) <=
C) =>
D) =
E) :=

ЗАДАНИЕ 6. Какой атрибут языка VHDL-AMS используется для записи производной по времени?
Варианты ответа:
A) ‘dot
B) ‘dif
C) ‘diff
D) ‘deriv
E) ‘flux

ЗАДАНИЕ 7. Выберите верное утверждение относительно записи уравнений с помощью языка VHDL-AMS?
Варианты ответа:
A) **в языке VHDL-AMS есть атрибут дифференцирования только по времени**
B) в языке VHDL-AMS есть атрибуты для расчета как производной по времени, так и для расчета частных пространственных производных
C) в языке VHDL-AMS есть атрибуты для расчета производной только по пространственным переменным
D) в языке VHDL-AMS невозможна запись уравнений в неявной форме
E) в языке VHDL-AMS есть атрибут для расчета криволинейного интеграла

ЗАДАНИЕ 8. С помощью какой конструкции языка VHDL-AMS его аналоговая часть может оказывать влияние на цифровую?
Варианты ответа:
A) **оператор условного присваивания значения сигналов selected_signal_assignment в сочетании с атрибутом ‘above**
B) оператор условного присваивания значения сигналов selected_signal_assignment в сочетании с атрибутом ‘event
C) оператор записи уравнений simultaneous_if_statement
D) оператор записи уравнений simultaneous_case_statement
E) оператор процесса в сочетании с оператором записи уравнений simple_simultaneous_statement

ЗАДАНИЕ 9. С помощью какой конструкции языка VHDL-AMS его цифровая часть может оказывать влияние на аналоговую?
Варианты ответа:

A) **оператор записи уравнений simultaneous_if_statement**

B) оператор условного присваивания значения сигналов selected_signal_assignment в сочетании с атрибутом ‘event

C) оператор условного присваивания значения сигналов selected_signal_assignment в сочетании с атрибутом ‘above

D) оператор записи уравнений simple_simultaneous_statement

E) оператор процесса в сочетании с оператором записи уравнений simple_simultaneous_statement

ЗАДАНИЕ 10. Выберите правильную форму записи оператора break для задания начального значения аналоговой переменной C.

Варианты ответа:

A) **break C => 0.0;**

B) break C == 0.0;

C) break C <= 0.0;

D) break C = 0.0;

E) break C := 0.0;

ЗАДАНИЕ 11. Выберите правильную форму записи оператора break для инициализации аналоговых вычислений в точке разрыва при изменении значения цифрового сигнала S.

Варианты ответа:

A) break on S;

B) break S;

C) break when S;

D) break not S;

E) break change S;

ЗАДАНИЕ 12. Выберите правильную форму записи оператора break для инициализации аналоговых вычислений в точке разрыва при выполнении условия, когда аналоговая переменная A превышает величину 0.0.

Варианты ответа:

A**) break when A > 0.0;**

B) break on A > 0.0;

C) break A > 0.0;

D) break if A > 0.0;

E) break A when above(0.0);

ЗАДАНИЕ 13. Какая функция в языке VHDL-AMS возвращает текущий момент модельного времени?

Варианты ответа:

A) now

B) time

C) ctime

D) presently

E) nowtime

ЗАДАНИЕ 14. Выберите правильную для языка VHDL-AMS форму записи оператора процесса, который запускается на выполнение каждые 10 мс.

Варианты ответа:

A) process
begin
// …
wait for 10 ms;
end process;

B) process (10 ms)
begin
// …
end process;

C) process
begin
// …
wait on 10 ms;
end process;

D) process
begin
// …
wait 10 ms;
end process;

E) process 10 ms
begin
// …
end process;

ЗАДАНИЕ 15. Выберите правильную для языка VHDL-AMS форму записи оператора процесса со списком чувствительности к изменению сигналов a,b.

Варианты ответа:

A) **process (a, b)**
B) process (on a,b)
C) process on (a, b)
D) process (wait a,b)
E) process wait on a,b

ЗАДАНИЕ 16. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$x \bullet \overline{z} + \overline{y} \bullet u \bullet \overline{v}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

н) $(x + \overline{z}) \bullet (\overline{y} + u + \overline{v})$
о) $\overline{x} + z \bullet y + \overline{u} + v$
п) $\overline{(\boldsymbol{x} + \boldsymbol{z})} \bullet (\boldsymbol{y} + \overline{\boldsymbol{u}} + \boldsymbol{v})$

ЗАДАНИЕ 17. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$x \bullet \overline{z} \bullet \overline{y} + u \bullet \overline{v}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

ж) $(\overline{\boldsymbol{x}} + \boldsymbol{z} + \boldsymbol{y}) \bullet (\overline{\boldsymbol{u}} + \boldsymbol{v})$

з) $\overline{x} + z + y \bullet \overline{u} + v$

и) $(x + \overline{z} + \overline{y}) \bullet (u + \overline{v})$

ЗАДАНИЕ 18. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$\overline{y} + x \bullet \overline{z} \bullet u \bullet \overline{v}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

ж) $\overline{y} \bullet (x + \overline{z} + u + \overline{v})$

з) $\boldsymbol{y} \bullet (\overline{\boldsymbol{x}} + \boldsymbol{z} + \overline{\boldsymbol{u}} + \boldsymbol{v})$

и) $y \bullet \overline{x} + z + \overline{u} + v$

ЗАДАНИЕ 19. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$\overline{z} \bullet u \bullet \overline{y} + x \bullet \overline{v}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

ж) $(\boldsymbol{z} + \overline{\boldsymbol{u}} + \boldsymbol{y}) \bullet (\overline{\boldsymbol{x}} + \boldsymbol{v})$

з) $z + \overline{u} + y \bullet \overline{x} + v$

и) $(\overline{z} + u + \overline{y}) \bullet (x + \overline{v})$

ЗАДАНИЕ 20. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$\overline{z} \bullet u \bullet \overline{y} + x \bullet \overline{v} + z \bullet \overline{u}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

ж) $(\overline{z} + u + \overline{y}) \bullet (x + \overline{v}) \bullet (z + \overline{u})$

з) $z + \overline{u} + y \bullet \overline{x} + v \bullet \overline{z} + u$

и) $(\boldsymbol{z} + \overline{\boldsymbol{u}} + \boldsymbol{y}) \bullet (\overline{\boldsymbol{x}} + \boldsymbol{v}) \bullet (\overline{\boldsymbol{z}} + \boldsymbol{u})$

ЗАДАНИЕ 21. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$\overline{z} \bullet \overline{y} + x \bullet \overline{v} \bullet u + z \bullet \overline{u}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

ж) $(\boldsymbol{z} + \boldsymbol{y}) \bullet (\overline{\boldsymbol{x}} + \boldsymbol{v} + \overline{\boldsymbol{u}}) \bullet (\overline{\boldsymbol{z}} + \boldsymbol{u})$

з) $(\overline{z} + \overline{y}) \bullet (x + \overline{v} + u) \bullet (z + \overline{u})$

и) $z + y \bullet \overline{x} + v + \overline{u} \bullet \overline{z} + u$

ЗАДАНИЕ 21. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$\overline{z} \bullet \overline{y} \bullet \overline{v} \bullet u + x + z \bullet \overline{u}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

ж) $z + y + v + \overline{u} \bullet \overline{x} \bullet \overline{z} + u$

з) $(\boldsymbol{z + y + v + \overline{u}) \bullet \overline{x} \bullet (\overline{z} + u)}$

и) $(\overline{z} + \overline{y} + \overline{v} + u) \bullet x \bullet (z + \overline{u})$

ЗАДАНИЕ 22. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$\overline{z} \bullet \overline{y} \bullet u + x + \overline{v} \bullet z \bullet \overline{u}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

ж) $(\overline{z} + \overline{y} + u) \bullet x \bullet (\overline{v} + z + \overline{u})$

з) $(\boldsymbol{z + y + \overline{u}) \bullet \overline{x} \bullet (v + \overline{z} + u)}$

и) $z + y + \overline{u} \bullet \overline{x} \bullet v + \overline{z} + u$

ЗАДАНИЕ 23. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$\overline{z} \bullet \overline{y} + x \bullet u + \overline{v} \bullet z \bullet \overline{u}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

ж) $(\overline{z} + \overline{y}) \bullet (x + u) \bullet (\overline{v} + z + \overline{u})$

з) $z + y \bullet \overline{x} + \overline{u} \bullet v + \overline{z} + u$

и) $(\boldsymbol{z + y}) \bullet (\boldsymbol{\overline{x} + \overline{u}}) \bullet (\boldsymbol{v + \overline{z} + u})$

ЗАДАНИЕ 24. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$\overline{z} \bullet \overline{y} + x \bullet u \bullet z + \overline{v} \bullet \overline{u}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

ж) $(\boldsymbol{z + y}) \bullet (\boldsymbol{\overline{x} + \overline{u} + \overline{z}}) \bullet (\boldsymbol{v + u})$

з) $(\overline{z} + \overline{y}) \bullet (x + u + z) \bullet (\overline{v} + \overline{u})$

и) $z + y \bullet \overline{x} + \overline{u} + \overline{z} \bullet v + u$

ЗАДАНИЕ 25. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$\overline{z} \bullet u \bullet \overline{y} + x \bullet z \bullet \overline{u} + \overline{v}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

ж) $z + \overline{u} + y \bullet \overline{x} + \overline{z} + u \bullet v$

з) $(\overline{z} + u + \overline{y}) \bullet (x + z + \overline{u}) \bullet \overline{v}$
и) $(\boldsymbol{z} + \overline{\boldsymbol{u}} + \boldsymbol{y}) \bullet (\overline{\boldsymbol{x}} + \overline{\boldsymbol{z}} + \boldsymbol{u}) \bullet \boldsymbol{v}$

ЗАДАНИЕ 26. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$\overline{z} \bullet u \bullet \overline{y} + x \bullet \overline{v} + z \bullet \overline{u}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

ж) $z + \overline{u} + y \bullet \overline{x} + v \bullet \overline{z} + u$
з) $(\boldsymbol{z} + \overline{\boldsymbol{u}} + \boldsymbol{y}) \bullet (\overline{\boldsymbol{x}} + \boldsymbol{v}) \bullet (\overline{\boldsymbol{z}} + \boldsymbol{u})$
и) $(\overline{z} + u + \overline{y}) \bullet (x + \overline{v}) \bullet (z + \overline{u})$

ЗАДАНИЕ 27. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$\overline{z} \bullet \overline{v} + x \bullet u \bullet \overline{y} + z \bullet \overline{u}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

з) $(\boldsymbol{z} + \boldsymbol{v}) \bullet (\overline{\boldsymbol{x}} + \overline{\boldsymbol{u}} + \boldsymbol{y}) \bullet (\overline{\boldsymbol{z}} + \boldsymbol{u})$
и) $z + v \bullet \overline{x} + \overline{u} + y \bullet \overline{z} + u$
к) $(\overline{z} + \overline{v}) \bullet (x + u + \overline{y}) \bullet (z + \overline{u})$

ЗАДАНИЕ 28. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$\overline{v} + x \bullet \overline{z} \bullet u \bullet \overline{y} + z \bullet \overline{u}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

ж) $\overline{v} \bullet (x + \overline{z} + u + \overline{y}) \bullet (z + \overline{u})$
з) $\boldsymbol{v} \bullet (\overline{\boldsymbol{x}} + \boldsymbol{z} + \overline{\boldsymbol{u}} + \boldsymbol{y}) \bullet (\overline{\boldsymbol{z}} + \boldsymbol{u})$
и) $v \bullet \overline{x} + z + \overline{u} + y \bullet \overline{z} + u$

ЗАДАНИЕ 29. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$\overline{z} \bullet u + x \bullet \overline{v} \bullet \overline{y} + z \bullet \overline{u}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

ж) $z + \overline{u} \bullet \overline{x} + v + y \bullet \overline{z} + u$
з) $(\overline{z} + u) \bullet (x + \overline{v} + \overline{y}) \bullet (z + \overline{u})$
и) $(\boldsymbol{z} + \overline{\boldsymbol{u}}) \bullet (\overline{\boldsymbol{x}} + \boldsymbol{v} + \boldsymbol{y}) \bullet (\overline{\boldsymbol{z}} + \boldsymbol{u})$

2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Определите количество уравнений, необходимых для реализации следующего описания на языке VHDL-AMS:

```
entity TEST is
  port (terminal PLUS, MINUS : electrical);
```

```
end TEST;
architecture TEST_A of TEST is
  quantity V across I1, I2 through PLUS to MINUS;
  quantity Q : real;
  …
```

Решение:

Общее количество уравнений равно суммарному количеству переменных quantity, переменных quantity вида through (переменных-токов), а также портов, имеющих тип quantity и направленность типа out. В данной модели имеем одну переменную quantity Q и две переменные through (I1 и I2). Порты типа quantity в модели отсутствуют. Соответственно, количество уравнений должно быть равно трем.

Ответ: **3**

ЗАДАНИЕ 2. Определите количество уравнений, необходимых для реализации следующего описания на языке VHDL-AMS:

```
entity TEST is
   port( signal S : in bit; terminal PLUS, MINUS : electrical);
end TEST;
architecture TEST_A of TEST is
  quantity V across I1 through PLUS to MINUS;
  …
```

Решение:

Общее количество уравнений равно суммарному количеству переменных quantity, переменных quantity вида through (переменных-токов), а также портов, имеющих тип quantity и направленность типа out. В данной модели имеем одну переменную through (I1). Порты типа quantity в модели отсутствуют. Соответственно, количество уравнений должно быть равно одному.

Ответ: **1**

ЗАДАНИЕ 3. Определите количество уравнений, необходимых для реализации следующего описания на языке VHDL-AMS:

```
entity TEST is
  port (quantity A : in real; quantity B : out real);
end TEST;
architecture TEST_A of TEST is
 quantity C : real;
…
```

Решение:

Общее количество уравнений равно суммарному количеству переменных quantity, переменных quantity вида through (переменных-токов), а также портов, имеющих тип quantity и направленность типа out. В данной модели имеем одну переменную quantity (C), а также один выходной порт типа quantity (B). Соответственно, количество уравнений должно быть равно двум.

Ответ**: 2**

ЗАДАНИЕ 4. Определите количество уравнений, необходимых для реализации следующего описания на языке VHDL-AMS:

```
entity TEST is
   port (quantity A : in real; quantity B : out real);
end TEST;
architecture TEST_A of TEST is
  terminal PLUS, MINUS : electrical
  quantity V across I1, I2 through PLUS to MINUS;
  quantity C : real;
…
```

Решение:

Общее количество уравнений равно суммарному количеству переменных quantity, переменных quantity вида through (переменных-токов), а также портов, имеющих тип quantity и направленность типа out. В данной модели имеем две переменных-тока (I1, I2), одну переменную quantity (C), а также один выходной порт типа quantity (B). Соответственно, количество уравнений должно быть равно четырем.

Ответ: **4**

ЗАДАНИЕ 5. Определите количество уравнений, необходимых для реализации следующего описания на языке VHDL-AMS:

```
entity ELEMENT is
   generic (VTH: real);
   port (terminal AIN, REF: electrical; signal DOUT: out boolean);
end ELEMENT;
architecture ELEMENT_A of ELEMENT is
  quantity VIN across AIN to REF;
begin
   …
```

Решение:

Общее количество уравнений равно суммарному количеству переменных quantity, переменных quantity вида through (переменных-токов), а также портов, имеющих тип quantity и направленность типа out. В данной модели отсутствуют переменные токи, переменные quantity и выходные порты типа quantity. Соответственно, количество уравнений должно быть равно нулю.

Ответ: **0**

ЗАДАНИЕ 6. Укажите, в какой форме требуется добавить оператор break к нижеприведенному коду на языке VHDL-AMS?

```
entity SPST is
  port( signal CONTROL : in bit; terminal PLUS, MINUS : electrical);
end SPST;
architecture SPST_A of SPST is
  quantity V across I through PLUS to MINUS;
  begin
    if CONTROL = ‘0’ use I == 0.0; else V == 0.0;
  end use;
end SPST_A;
```

Решение:

Для корректного моделирования требуется указать с помощью оператора break моменты времени, в которых аналоговые переменные терпят разрыв. В данном случае переменные I и V терпят разрыв в момент, когда цифровой сигнал CONTROL изменяет свое значение. Заданию такого условия соответствует форма оператора break со списком чувствительности: break on CONTROL.

Ответ: **break on CONTROL;**

ЗАДАНИЕ 7. Укажите, в какой форме требуется добавить оператор break к нижеприведенному коду на языке VHDL-AMS для того, чтобы задать начальное значение напряжения на обкладках конденсатора?

```
entity CAP is
   generic (NOMINAL : real := 1.0e-6; V_INIT : real := 0.0 );
   port (terminal PLUS, MINUS : electrical);
end CAP;
architecture CAP_A of CAP is
   quantity V across I through PLUS to MINUS;
begin
   I == NOMINAL*V'dot;
end CAP_A;
```

Решение:

Для задания значений переменных в начальный момент времени используется оператор break в форме без списка чувствительности, т.е. break <имя переменной> => <значение>; В данной задаче переменной является V, которой присваивается значение параметра V_INIT, т.е.: break V => V_INIT;

Ответ: **break V => V_INIT;**

ЗАДАНИЕ 8. Какой аналого-цифровой элемент реализуется следующим описанием на языке VHDL-AMS?

```
entity ELEMENT is
  generic (VTH: real);
  port (terminal AIN, REF: electrical; signal DOUT: out boolean);
end ELEMENT;
architecture ELEMENT_A of ELEMENT is
 quantity VIN across AIN to REF;
begin
  DOUT <= VIN'above(VTH);
end ELEMENT_A;
```

Решение:

Элемент в качестве входных портов использует аналоговые входы, между которыми задана переменная-напряжение VIN. Выходным сигналом элемента сложит логическая величина, которая принимает значение «логическая единица», когда напряжение между входными портами превышает некоторую величину VTH и значение «логический ноль» в противном случае. Такое поведение соответствует идеальному компаратору.

Ответ: **идеальный компаратор**

ЗАДАНИЕ 9. В какие моменты времени будет срабатывать оператор break в следующем коде (язык VHDL-AMS)?

```
entity GEN is
   generic (P : real := 1.0E-6);
  port (signal GEN_OUT : out bit);
end GEN;
architecture GEN_A of GEN is
signal TEMP : bit  := ’0’;
begin
   process
   begin
      TEMP <= not TEMP;
      GEN_OUT <= TEMP;
      wait for P;
   end process;
end GEN_A;

entity TB is
end TB;
architecture TB_A of TB is
   signal C : bit;
   terminal P: electrical;
   quantity V across I through P to GROUND;
begin
   G: entity work.gen(gen_a) generic map (2.0E-6) port map (C);
   If C = ‘0’ use I == 0.0; else V == 0.0; end use;
   break on C;
end TB_A;
```

Решение:

Оператор break будет вызываться при каждом изменении сигнала C, которое задается генератором GEN. Так как при подключении экземпляра генератора в архитектуре TB_A устанавливается период срабатывания генератора 2 мкс, то оператор break будет вызываться каждые 2 мкс, начиная с момента времени t=2 мкс.

Ответ: **2 мкс и далее с периодом 2 мкс.**

ЗАДАНИЕ 10. Определите, в какие моменты времени сигнал DOUT будет принимать значение логической единицы для следующего кода на языке VHDL-AMS.

```
entity VSIN is
   generic (A : real := 1.0; F : real := 1000.0);
   port (terminal PLUS, MINUS: electrical);
```

```
end VSIN;
architecture VSIN_A of VSIN is
  quantity V across I through PLUS to MINUS;
begin
  V == A * sin(math_2_pi*F*now);
end VSINE_A;
entity TB is
end TB;
architecture TB_A of TB is
  terminal P : electrical;
  quantity V across I through P to GROUND;
  signal DOUT : bit;
begin
  G:entity work.VSIN(VSIN_A) generic map (1.0, 2000.0) port map (P, GROUND);
  I == V / 1000.0;
  DOUT <= ‘1’ when VIN’above(0.0) else ‘0’;
end TB_A;
```

Решение:

Сигнал DOUT будет принимать значение логической единицы, когда генератор синусоидального напряжения VSIN будет генерировать положительное напряжение. Так как период генерируемого сигнала составляет 500 мкс, то положительное напряжение на выходе генератора будет наблюдаться в интервалы времени от 0…250 мкс, 500…750 мкс и т.д.

Ответ: **0…250 мкс и далее, с периодом 500 мкс**

ЗАДАНИЕ 11. Для момента модельного времени t=250 мкс определите мгновенную силу тока I, протекающего в системе, которая описывается следующим кодом на языке VHDL-AMS?

```
entity VSIN is
  generic (A : real := 1.0; F : real := 1000.0);
  port (terminal PLUS, MINUS: electrical);
end VSIN;
architecture VSIN_A of VSIN is
  quantity V across I through PLUS to MINUS;
begin
  V == A * sin(math_2_pi*F*now);
end VSINE_A;
entity TB is
end TB;
architecture TB_A of TB is
  terminal P : electrical;
  quantity V across I through P to GROUND;
begin
  G:entity work.VSIN(VSIN_A) generic map (2.0) port map (P, GROUND);
  I == V / 500.0;
```

end TB_A;

Решение:

В указанный момент времени генератор синусоидального напряжения VSIN генерирует максимальное значение напряжение, равное 2 В. Так как ток протекает через резистор номиналом 500 Ом, ток в системе при этом равен 4 мА.

Ответ: **4 мА.**

ЗАДАНИЕ 12. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

Решение:

		yz			
		00	01	11	10
x	0		1		1
	1		1	1	

ЗАДАНИЕ 13. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Решение:

x \ yz	00	01	11	10
0	1	1		1
1			1	

ЗАДАНИЕ 14. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	0

Решение:

x \ yz	00	01	11	10
0	1		1	1
1		1		

ЗАДАНИЕ 15. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Решение:

	yz			
x	00	01	11	10
0	1		1	1
1	1		1	

ЗАДАНИЕ 16. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

Решение:

	yz			
x	00	01	11	10
0	1	1		1
1		1		1

ЗАДАНИЕ 17. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0

1	1	1	1

Решение:

x \ yz	00	01	11	10
0			1	1
1	1		1	

ЗАДАНИЕ 18. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Решение:

	00	01	11	10
0	1	1		1
1	1		1	

ЗАДАНИЕ 19. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0

1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Решение:

yz

	00	01	11	10
0	1			1
1			1	

ЗАДАНИЕ 20. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Решение:

yz

	00	01	11	10
0		1		1
1	1		1	

ЗАДАНИЕ 21. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0

1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Решение:

		yz			
		00	01	11	10
x	0	1	1		1
	1			1	

ЗАДАНИЕ 22. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	0

Решение:

		yz			
		00	01	11	10
x	0	1		1	1
	1		1		

ЗАДАНИЕ 23. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1

0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Решение:

		yz			
		00	01	11	10
x	0	1		1	1
	1	1		1	

ЗАДАНИЕ 24. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

Решение:

		yz			
		00	01	11	10
x	0	1	1		1
	1		1		1

ЗАДАНИЕ 25. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f

0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Решение:

x \ yz	00	01	11	10
0				1
1	1		1	

ЗАДАНИЕ 26. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Решение:

	00	01	11	10
0	1			1
1	1		1	

ПК-8 Способен проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований

Период окончания формирования компетенции: 4 семестр

Перечень дисциплин (модулей), практик, участвующих в формировании компетенции:

- Дисциплины (модули) (блок 1):
  - ✓ Б1.В.01 Проектирование цифровых устройств на Verilog
  - ✓ Б1.В.02 Языки проектирования схем смешанного сигнала (3 семестр);
  - ✓ Б1.В.05 Проектирование систем на кристалле (1 семестр);

- Практика (блок 2):
  - Б2.В.05(П) Производственная практика, проектно-конструкторская.

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

3) открытые задания (мини-кейсы, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. При помощи какого оператора языка Verilog можно изменять значение сигнала типа wire?

Варианты ответа:

A**) assign**

B) always

C) initial

D) case

E) while

ЗАДАНИЕ 2. Какие из операторов языка Verilog являются параллельными?

Варианты ответа:

A) assign

B) always

C) case

D) if

E) for

ЗАДАНИЕ 3. Какие операторы языка Verilog являются последовательными?

Варианты ответа:

A) case

B) for

C) always

D) assign

E) initial

ЗАДАНИЕ 4. Какая языковая конструкция Verilog не является синтезабельной?

Варианты ответа:

A) **always #(5) a=~b;**
B) assign a=~b;
C) always @(negedge b) a<=~c;
D) assign a=(b<c)?0:1;
E) assign a=(b>c)?1'b1:1'bz;

ЗАДАНИЕ 5. Какое утверждение относительно портов модуля тестбенча является верным?
Варианты ответа:
A) модуль тестбенча не содержит портов
B) в модуле тестбенча не должно быть входов, но должны быть выходы
C) в модуле тестбенча не должно быть выходов, но должны быть входы
D) модуль тестбенча должен иметь и входы, и выходы
E) модуль тестбенча должен иметь только двунаправленные порты

ЗАДАНИЕ 6. Найдите неверное утверждение про оператор initial:
Варианты ответа:
A) **оператор initial должен располагаться перед операторами assign и always**
B) оператор initial используется при написании тестбенчей
C) оператор initial относится к параллельным операторам
D) оператор initial запускается на выполнение один раз
E) внутри оператора initial можно настроить сохранение результатов и продолжительность моделирования

ЗАДАНИЕ 7. Выберите, какому элементу соответствует следующий код на языке Verilog:

```
module nemo(a,b,c);
  input a,b;
  output reg c;
  always @(negedge a) c<=b;
endmodule
```

Варианты ответа:
A) **D-триггер, тактируемый по заднему фронту**
B) D-триггер, тактируемый по переднему фронту
C) мультплексор
D) сдвиговый регистр
E) двунаправленный буфер

ЗАДАНИЕ 8. Выберите, какому элементу соответствует следующий код на языке Verilog:

```
module nemo (a, b, c);
  input a, b;
  output c;
```

```
  assign c =a ? b : 1'bz;
endmodule
```

Варианты ответа:
A) **буфер с z-состоянием**
B) компаратор
C) RS-триггер
D) мультиплексор
E) приоритетный шифратор

ЗАДАНИЕ 9. Выберите, какому элементу соответствует следующий код на языке Verilog:

```
module nemo (a, b, c);
  input [1:0] a;
  input [3:0] b;
  output c;
  reg d;
  always @(a)
  begin
    case (a)
      2'b00 : d<=b[0];
      2'b01 : d<=b[1];
      2'b10 : d<=b[2];
      2'b11 : d<=b[3];
    endcase
  end
  assign c = d;
endmodule
```

Варианты ответа:
A) **мультиплексор**
B) триггер
C) сдвиговый регистр
D) компаратор
E) тождественность

ЗАДАНИЕ 10. Выберите, какому элементу соответствует следующий код на языке Verilog:

```
module nemo (a, b, c);
  input a, b;
  output [7:0] c;
  reg  [7:0] d;
  always @ (posedge a) d<={d[6:0],b};
  assign c=d;
```

endmodule

Варианты ответа:
A) **сдвиговый регистр**
B) JK-триггер
C) двунаправленный порт
D) мультиплексор
E) шифратор

ЗАДАНИЕ 11. Какие из нижеперечисленных описаний портов не могут быть правильными или достаточно полными (сигналы a, b имеют тип wire)?

Варианты ответа:
A) module nemo(input a, output b);
B) module nemo(a, b);
input a;
output b;
C) **module nemo(a, b);**
wire a;
wire b;
D) module nemo(input wire a, output wire b);
E) **module nemo(a, b);**

ЗАДАНИЕ 12. Какое из приведенных описаний на языке VHDL-AMS задает переменную-напряжение?
Варианты ответа:
A) quantity V across PLUS to MINUS;
B) quantity V through PLUS to MINUS;
C) quantity V : real;
D) signal V : real;
E) terminal V : electrical;

ЗАДАНИЕ 13. Какое из приведенных описаний на языке VHDL-AMS задает переменную-ток?
Варианты ответа:
A) quantity I through PLUS to MINUS;
B) quantity I across PLUS to MINUS;
C) quantity I : real;
D) variable I : real;
E) terminal I : electrical;

ЗАДАНИЕ 14. Какое из приведенных описаний на языке VHDL-AMS задает аналоговую переменную, к которой не применяются законы сохранения консервативных систем?
Варианты ответа:
A) quantity VAL : real;
B) quantity VAL across PLUS to MINUS;
C) quantity VAL through PLUS to MINUS;
D) variable VAL : real;

E) signal VAL : real;

ЗАДАНИЕ 15. Какое из приведенных описаний на языке VHDL-AMS задает контакт для подключения аналоговых переменных?
Варианты ответа:
A) terminal IO : electrical;
B) quantity IO across PLUS to MINUS;
C) quantity IO through PLUS to MINUS;
D) quantity IO : real;
E) signal IO : real;

ЗАДАНИЕ 16. Какой оператор языка VHDL-AMS используется для записи алгебраических и интегро-дифференциальных уравнений?
Варианты ответа:
A) ==
B) <=
C) =>
D) =
E) :=

ЗАДАНИЕ 17. Какой атрибут языка VHDL-AMS используется для записи производной по времени?
Варианты ответа:
A) ‘dot
B) ‘dif
C) ‘diff
D) ‘deriv
E) ‘flux

ЗАДАНИЕ 18. Выберите верное утверждение относительно записи уравнений с помощью языка VHDL-AMS?
Варианты ответа:
A) в языке VHDL-AMS есть атрибут дифференцирования только по времени
B) в языке VHDL-AMS есть атрибуты для расчета как производной по времени, так и для расчета частных пространственных производных
C) в языке VHDL-AMS есть атрибуты для расчета производной только по пространственным переменным
D) в языке VHDL-AMS невозможна запись уравнений в неявной форме
E) в языке VHDL-AMS есть атрибут для расчета криволинейного интеграла

ЗАДАНИЕ 19. С помощью какой конструкции языка VHDL-AMS его аналоговая часть может оказывать влияние на цифровую?
Варианты ответа:
A) оператор условного присваивания значения сигналов selected_signal_assignment в сочетании с атрибутом ‘above
B) оператор условного присваивания значения сигналов selected_signal_assignment в сочетании с атрибутом ‘event
C) оператор записи уравнений simultaneous_if_statement
D) оператор записи уравнений simultaneous_case_statement
E) оператор процесса в сочетании с оператором записи уравнений simple_simultaneous_statement

ЗАДАНИЕ 20. С помощью какой конструкции языка VHDL-AMS его цифровая часть может оказывать влияние на аналоговую?
Варианты ответа:
A) оператор записи уравнений simultaneous_if_statement
B) оператор условного присваивания значения сигналов selected_signal_assignment в сочетании с атрибутом ‘event
C) оператор условного присваивания значения сигналов selected_signal_assignment в сочетании с атрибутом ‘above
D) оператор записи уравнений simple_simultaneous_statement
E) оператор процесса в сочетании с оператором записи уравнений simple_simultaneous_statement

ЗАДАНИЕ 21. Выберите правильную форму записи оператора break для задания начального значения аналоговой переменной C.
Варианты ответа:
A) break C => 0.0;
B) break C == 0.0;
C) break C <= 0.0;
D) break C = 0.0;
E) break C := 0.0;

ЗАДАНИЕ 22. Выберите правильную форму записи оператора break для инициализации аналоговых вычислений в точке разрыва при изменении значения цифрового сигнала S.
Варианты ответа:
A) break on S;
B) break S;
C) break when S;
D) break not S;
E) break change S;

ЗАДАНИЕ 23. Выберите правильную форму записи оператора break для инициализации аналоговых вычислений в точке разрыва при выполнении условия, когда аналоговая переменная A превышает величину 0.0.
Варианты ответа:
A) break when A > 0.0;
B) break on A > 0.0;
C) break A > 0.0;
D) break if A > 0.0;
E) break A when above(0.0);

ЗАДАНИЕ 24. Какая функция в языке VHDL-AMS возвращает текущий момент модельного времени?
Варианты ответа:
A) now
B) time
C) ctime
D) presently
E) nowtime

ЗАДАНИЕ 25. Выберите правильную для языка VHDL-AMS форму записи оператора процесса, который запускается на выполнение каждые 10 мс.

Варианты ответа:

A) process
begin
// …
wait for 10 ms;
end process;

B) process (10 ms)
begin
// …
end process;

C) process
begin
// …
wait on 10 ms;
end process;

D) process
begin
// …
wait 10 ms;
end process;

E) process 10 ms
begin
// …
end process;

ЗАДАНИЕ 26. Выберите правильную для языка VHDL-AMS форму записи оператора процесса со списком чувствительности к изменению сигналов a,b.

Варианты ответа:

A) process (a, b)

B) process (on a,b)

C) process on (a, b)

D) process (wait a,b)

E) process wait on a,b

ЗАДАНИЕ 27. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$x \bullet \overline{z} + \overline{y} \bullet u \bullet \overline{v}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

р) $(x + \overline{z}) \bullet (\overline{y} + u + \overline{v})$

с) $\overline{x} + z \bullet y + \overline{u} + v$

т) $\overline{(\boldsymbol{x} + \boldsymbol{z})} \bullet (\boldsymbol{y} + \overline{\boldsymbol{u}} + \boldsymbol{v})$

ЗАДАНИЕ 28. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$x \bullet \overline{z} \bullet \overline{y} + u \bullet \overline{v}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

к) $(\boldsymbol{\overline{x} + z + y}) \bullet (\boldsymbol{\overline{u} + v})$

л) $\overline{x} + z + y \bullet \overline{u} + v$

м) $(x + \overline{z} + \overline{y}) \bullet (u + \overline{v})$

ЗАДАНИЕ 29. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$\overline{y} + x \bullet \overline{z} \bullet u \bullet \overline{v}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

к) $\overline{y} \bullet (x + \overline{z} + u + \overline{v})$

л) $\boldsymbol{y \bullet (\overline{x} + z + \overline{u} + v)}$

м) $y \bullet \overline{x} + z + \overline{u} + v$

ЗАДАНИЕ 30. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$\overline{z} \bullet u \bullet \overline{y} + x \bullet \overline{v}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

к) $\boldsymbol{(z + \overline{u} + y) \bullet (\overline{x} + v)}$

л) $z + \overline{u} + y \bullet \overline{x} + v$

м) $(\overline{z} + u + \overline{y}) \bullet (x + \overline{v})$

ЗАДАНИЕ 31. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$\overline{z} \bullet u \bullet \overline{y} + x \bullet \overline{v} + z \bullet \overline{u}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

к) $(\overline{z} + u + \overline{y}) \bullet (x + \overline{v}) \bullet (z + \overline{u})$

л) $z + \overline{u} + y \bullet \overline{x} + v \bullet \overline{z} + u$

м) $\boldsymbol{(z + \overline{u} + y) \bullet (\overline{x} + v) \bullet (\overline{z} + u)}$

ЗАДАНИЕ 32. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$\overline{z} \bullet \overline{y} + x \bullet \overline{v} \bullet u + z \bullet \overline{u}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

к) $\boldsymbol{(z + y) \bullet (\overline{x} + v + \overline{u}) \bullet (\overline{z} + u)}$

л) $(\overline{z} + \overline{y}) \bullet (x + \overline{v} + u) \bullet (z + \overline{u})$

м) $z + y \bullet \overline{x} + v + \overline{u} \bullet \overline{z} + u$

ЗАДАНИЕ 33. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$\overline{z} \bullet \overline{y} \bullet \overline{v} \bullet u + x + z \bullet \overline{u}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

к) $z + y + v + \overline{u} \bullet \overline{x} \bullet \overline{z} + u$

л) $(\boldsymbol{z + y + v + \overline{u}}) \bullet \boldsymbol{\overline{x}} \bullet (\boldsymbol{\overline{z} + u})$

м) $(\overline{z} + \overline{y} + \overline{v} + u) \bullet x \bullet (z + \overline{u})$

ЗАДАНИЕ 34. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$\overline{z} \bullet \overline{y} \bullet u + x + \overline{v} \bullet z \bullet \overline{u}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

к) $(\overline{z} + \overline{y} + u) \bullet x \bullet (\overline{v} + z + \overline{u})$

л) $(\boldsymbol{z + y + \overline{u}}) \bullet \boldsymbol{\overline{x}} \bullet (\boldsymbol{v + \overline{z} + u})$

м) $z + y + \overline{u} \bullet \overline{x} \bullet v + \overline{z} + u$

ЗАДАНИЕ 35. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$\overline{z} \bullet \overline{y} + x \bullet u + \overline{v} \bullet z \bullet \overline{u}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

к) $(\overline{z} + \overline{y}) \bullet (x + u) \bullet (\overline{v} + z + \overline{u})$

л) $z + y \bullet \overline{x} + \overline{u} \bullet v + \overline{z} + u$

м) $(\boldsymbol{z + y}) \bullet (\boldsymbol{\overline{x} + \overline{u}}) \bullet (\boldsymbol{v + \overline{z} + u})$

ЗАДАНИЕ 36. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$\overline{z} \bullet \overline{y} + x \bullet u \bullet z + \overline{v} \bullet \overline{u}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

к) $(\boldsymbol{z + y}) \bullet (\boldsymbol{\overline{x} + \overline{u} + \overline{z}}) \bullet (\boldsymbol{v + u})$

л) $(\overline{z} + \overline{y}) \bullet (x + u + z) \bullet (\overline{v} + \overline{u})$

м) $z + y \bullet \overline{x} + \overline{u} + \overline{z} \bullet v + u$

ЗАДАНИЕ 37. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$\overline{z} \bullet u \bullet \overline{y} + x \bullet z \bullet \overline{u} + \overline{v}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

к) $z + \overline{u} + y \bullet \overline{x} + \overline{z} + u \bullet v$

л) $(\overline{z} + u + \overline{y}) \bullet (x + z + \overline{u}) \bullet \overline{v}$

м) $(\boldsymbol{z + \overline{u} + y}) \bullet (\boldsymbol{\overline{x} + \overline{z} + u}) \bullet \boldsymbol{v}$

ЗАДАНИЕ 38. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$\overline{z} \bullet u \bullet \overline{y} + x \bullet \overline{v} + z \bullet \overline{u}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

к) $z + \overline{u} + y \bullet \overline{x} + v \bullet \overline{z} + u$

л) $\boldsymbol{(z + \overline{u} + y) \bullet (\overline{x} + v) \bullet (\overline{z} + u)}$

м) $(\overline{z} + u + \overline{y}) \bullet (x + \overline{v}) \bullet (z + \overline{u})$

ЗАДАНИЕ 39. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$\overline{z} \bullet \overline{v} + x \bullet u \bullet \overline{y} + z \bullet \overline{u}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

л) $\boldsymbol{(z + v) \bullet (\overline{x} + \overline{u} + y) \bullet (\overline{z} + u)}$

м) $z + v \bullet \overline{x} + \overline{u} + y \bullet \overline{z} + u$

н) $(\overline{z} + \overline{v}) \bullet (x + u + \overline{y}) \bullet (z + \overline{u})$

о) ЗАДАНИЕ 40. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$\overline{v} + x \bullet \overline{z} \bullet u \bullet \overline{y} + z \bullet \overline{u}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

к) $\overline{v} \bullet (x + \overline{z} + u + \overline{y}) \bullet (z + \overline{u})$

л) $\boldsymbol{v \bullet (\overline{x} + z + \overline{u} + y) \bullet (\overline{z} + u)}$

м) $v \bullet \overline{x} + z + \overline{u} + y \bullet \overline{z} + u$

ЗАДАНИЕ 41. Укажите логическое выражение, дуальное по отношению к логическому выражению

$$\overline{z} \bullet u + x \bullet \overline{v} \bullet \overline{y} + z \bullet \overline{u}$$

(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, символ «•» – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

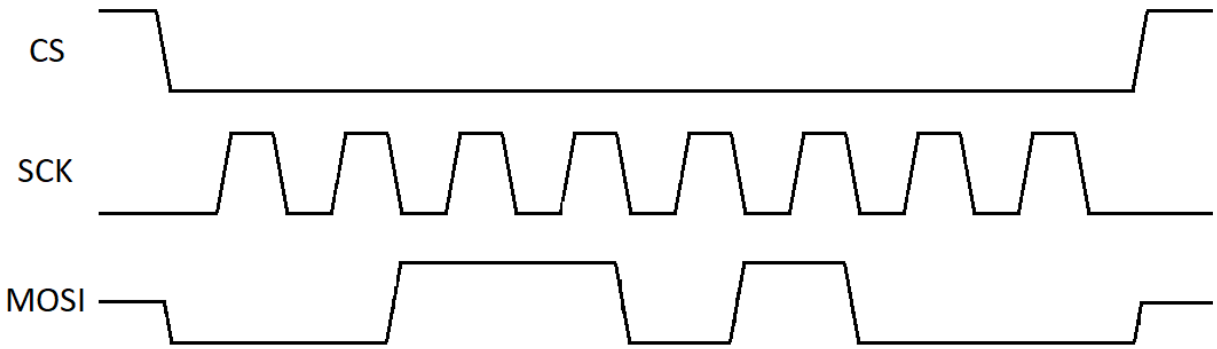
к) $z + \overline{u} \bullet \overline{x} + v + y \bullet \overline{z} + u$

л) $(\overline{z} + u) \bullet (x + \overline{v} + \overline{y}) \bullet (z + \overline{u})$

м) $\boldsymbol{(z + \overline{u}) \bullet (\overline{x} + v + y) \bullet (\overline{z} + u)}$

2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Передача данных по интерфейсу SPI в режиме Mode0 от ведущего к ведомому имеет следующую спецификацию: первый принимаемый бит игнорируется, второй бит означает порядок передаваемых данных (0 - первым передается старший бит числа, 1 - первым передается младший бит числа), следующие биты - передаваемое число. Передаче какого числа соответствует приведенная временная диаграмма? (ответ указать в десятичном формате)

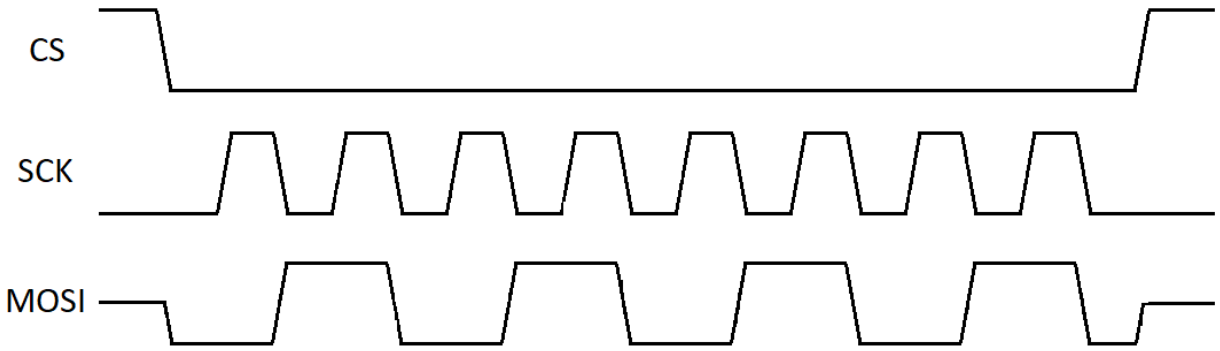


Решение:

При передаче данных по интерфейсу SPI в режиме Mode0 от ведущего к ведомому необходимо считывать данные сигнала MOSI по переднему фронту сигнала SCK. На приведенной диаграмме передается следующая последовательность бит: 0,0,1,1,0,1,0,0 (слева – первый передаваемый бит). Первый передаваемый бит согласно условию игнорируется. Равенство нулю второго передаваемого бита означает, что в последующих передаваемых битах сначала идет старший бит передаваемого числа. Таким образом, в двоичном виде было передано число 110100_2, что соответствует числу 52_{10} в десятичной системе счисления.

Ответ: 52.

ЗАДАНИЕ 2. Передача данных по интерфейсу SPI в режиме Mode0 от ведущего к ведомому имеет следующую спецификацию: первый принимаемый бит игнорируется, второй бит означает порядок передаваемых данных (0 - первым передается старший бит числа, 1 - первым передается младший бит числа), следующие биты - передаваемое число. Передаче какого числа соответствует приведенная временная диаграмма? (ответ записать в десятичном)



Решение:

При передаче данных по интерфейсу SPI в режиме Mode0 от ведущего к ведомому необходимо считывать данные сигнала MOSI по переднему фронту сигнала SCK. На приведенной диаграмме передается следующая последовательность бит: 0,1,0,1,0,1,0,1 (слева – первый передаваемый бит). Первый передаваемый бит согласно условию игнорируется. Равенство единице второго передаваемого бита означает, что в последующих передаваемых битах сначала идет младший бит передаваемого числа. Таким образом, в двоичном виде было передано число 101010_2, что соответствует числу 42_{10} в десятичной системе счисления.

Ответ: **42.**

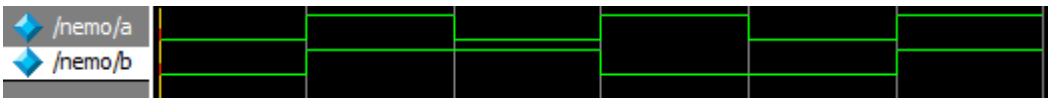
ЗАДАНИЕ 3. Какая временная диаграмма соответствует следующему коду на языке Verilog?

```
`timescale 1ns/1ns
   module nemo();
     reg a=0;
     reg b=0;
     initial
     begin
       #1 a<=1;
       #1 a<=0;
       #1 a<=1;
       #1 a<=0;
       #1 a<=1;
       #1 $stop;
     end
     always @(posedge a) b<=!b;
   endmodule
```

Решение:

В приведенной Verilog-модели сигнал «a» изменяется в операторе инициализации initial на каждом шаге моделирования, который составляет 1 нс. Изменения производятся 5 раз, после чего моделирование останавливается системной функцией $stop. Начальное значение сигнала «a», задаваемое при объявлении сигнала, равно 0. Сигнал «b» изменяется оператором always по переднему фронту сигнала «a» на инвертированное значение сигнала «a». Начальное значение сигнала «b» равно 0.

Ответ:



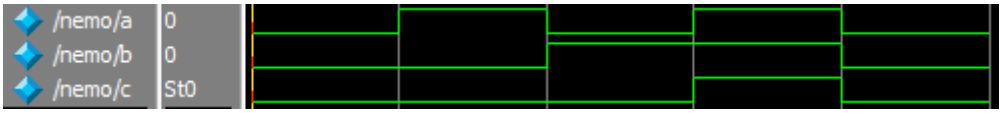
ЗАДАНИЕ 4. Какая из временных диаграмм соответствует приведенному коду на Verilog?

```
   `timescale 1ns/1ps
   module nemo();
     reg a=0;
     reg b=0;
     wire c;
     initial
     begin
       #5 $stop;
     end
     always #1 a <= !a;
     always #2 b <= !b;
     assign c = a & b;
   endmodule
```

Решение:

В приведенной Verilog-модели сигнал «a» инвертируется в операторе процесса always через 1 нс, а сигнал «b» - через 2 нс. Начальные значения этих сигналов равны 0. Сигнал «c» изменяется оператором непрерывного присваивания assign и представляет собой результат логической операции «И» над сигналами «a» и «b».

Ответ:



ЗАДАНИЕ 5. Определите количество уравнений, необходимых для реализации следующего описания на языке VHDL-AMS:

```
entity TEST is
   port (terminal PLUS, MINUS : electrical);
end TEST;
architecture TEST_A of TEST is
  quantity V across I1, I2 through PLUS to MINUS;
  quantity Q : real;
  …
```

Решение:

Общее количество уравнений равно суммарному количеству переменных quantity, переменных quantity вида through (переменных-токов), а также портов, имеющих тип quantity и направленность типа out. В данной модели имеем одну переменную quantity Q и две переменные through (I1 и I2). Порты типа quantity в модели отсутствуют. Соответственно, количество уравнений должно быть равно трем.

Ответ: 3

ЗАДАНИЕ 6. Определите количество уравнений, необходимых для реализации следующего описания на языке VHDL-AMS:

```
entity TEST is
   port( signal S : in bit; terminal PLUS, MINUS : electrical);
end TEST;
architecture TEST_A of TEST is
  quantity V across I1 through PLUS to MINUS;
  …
```

Решение:

Общее количество уравнений равно суммарному количеству переменных quantity, переменных quantity вида through (переменных-токов), а также портов, имеющих тип quantity и направленность типа out. В данной модели имеем одну переменную through (I1). Порты типа quantity в модели отсутствуют. Соответственно, количество уравнений должно быть равно одному.

Ответ: 1

ЗАДАНИЕ 7. Определите количество уравнений, необходимых для реализации следующего описания на языке VHDL-AMS:

```
entity TEST is
  port (quantity A : in real; quantity B : out real);
end TEST;
architecture TEST_A of TEST is
```

```
  quantity C : real;
…
```

Решение:

Общее количество уравнений равно суммарному количеству переменных quantity, переменных quantity вида through (переменных-токов), а также портов, имеющих тип quantity и направленность типа out. В данной модели имеем одну переменную quantity (C), а также один выходной порт типа quantity (B). Соответственно, количество уравнений должно быть равно двум.

Ответ: 2

ЗАДАНИЕ 8. Определите количество уравнений, необходимых для реализации следующего описания на языке VHDL-AMS:

```
entity TEST is
   port (quantity A : in real; quantity B : out real);
end TEST;
architecture TEST_A of TEST is
  terminal PLUS, MINUS : electrical
  quantity V across I1, I2 through PLUS to MINUS;
  quantity C : real;
…
```

Решение:

Общее количество уравнений равно суммарному количеству переменных quantity, переменных quantity вида through (переменных-токов), а также портов, имеющих тип quantity и направленность типа out. В данной модели имеем две переменных-тока (I1, I2), одну переменную quantity (C), а также один выходной порт типа quantity (B). Соответственно, количество уравнений должно быть равно четырем.

Ответ: 4

ЗАДАНИЕ 9. Определите количество уравнений, необходимых для реализации следующего описания на языке VHDL-AMS:

```
entity ELEMENT is
   generic (VTH: real);
   port (terminal AIN, REF: electrical; signal DOUT: out boolean);
end ELEMENT;
architecture ELEMENT_A of ELEMENT is
  quantity VIN across AIN to REF;
begin
   …
```

Решение:

Общее количество уравнений равно суммарному количеству переменных quantity, переменных quantity вида through (переменных-токов), а также портов, имеющих тип quantity и направленность типа out. В данной модели отсутствуют переменные токи, переменные quantity и выходные порты типа quantity. Соответственно, количество уравнений должно быть равно нулю.

Ответ: 0

ЗАДАНИЕ 10. Укажите, в какой форме требуется добавить оператор break к нижеприведенному коду на языке VHDL-AMS?

```
entity SPST is
  port( signal CONTROL : in bit; terminal PLUS, MINUS : electrical);
end SPST;
architecture SPST_A of SPST is
  quantity V across I through PLUS to MINUS;
  begin
    if CONTROL = '0' use I == 0.0; else V == 0.0;
  end use;
end SPST_A;
```

Решение:

Для корректного моделирования требуется указать с помощью оператора break моменты времени, в которых аналоговые переменные терпят разрыв. В данном случае переменные I и V терпят разрыв в момент, когда цифровой сигнал CONTROL изменяет свое значение. Заданию такого условия соответствует форма оператора break со списком чувствительности: break on CONTROL.

Ответ: break on CONTROL;

ЗАДАНИЕ 11. Укажите, в какой форме требуется добавить оператор break к нижеприведенному коду на языке VHDL-AMS для того, чтобы задать начальное значение напряжения на обкладках конденсатора?

```
entity CAP is
   generic (NOMINAL : real := 1.0e-6; V_INIT : real := 0.0 );
   port (terminal PLUS, MINUS : electrical);
end CAP;
architecture CAP_A of CAP is
   quantity V across I through PLUS to MINUS;
begin
   I == NOMINAL*V'dot;
end CAP_A;
```

Решение:

Для задания значений переменных в начальный момент времени используется оператор break в форме без списка чувствительности, т.е. break <имя переменной> => <значение>; В данной задаче переменной является V, которой присваивается значение параметра V_INIT, т.е.: break V => V_INIT;

Ответ: break V => V_INIT;

ЗАДАНИЕ 12. Какой аналого-цифровой элемент реализуется следующим описанием на языке VHDL-AMS?

```
entity ELEMENT is
  generic (VTH: real);
  port (terminal AIN, REF: electrical; signal DOUT: out boolean);
end ELEMENT;
architecture ELEMENT_A of ELEMENT is
  quantity VIN across AIN to REF;
begin
  DOUT <= VIN'above(VTH);
end ELEMENT_A;
```

Решение:
Элемент в качестве входных портов использует аналоговые входы, между которыми задана переменная-напряжение VIN. Выходным сигналом элемента сложит логическая величина, которая принимает значение «логическая единица», когда напряжение между входными портами превышает некоторую величину VTH и значение «логический ноль» в противном случае. Такое поведение соответствует идеальному компаратору.

Ответ: идеальный компаратор

ЗАДАНИЕ 13. Какой цифровой элемент реализуется следующим описанием на языке VHDL-AMS?

```
entity DIG is
   port ( a0, a1 : in bit; b : out bit );
end DIG;
architecture DIG_A of DIG is
begin
       process ( a0, a1 )
       begin
         if ( a0 = '1' ) and ( a1 = '1' )
           then b <= '1';
           else b <= '0';
         end if;
       end process;
end DIG_A;
```

Решение: таблица истинности реализуемого элемента соответствует логическому вентилю «И» с двумя входами, т.е. AND2
Ответ: AND2

ЗАДАНИЕ 14. Какой аналоговый элемент реализуется следующим описанием на языке VHDL-AMS и какие паразитные элементы учитывает данное описание?

```
entity ANALOG is
  generic (G1: real := 1.0e-14; G2: real := 1.0e-7;
          G3: real := 100.0);
  port (terminal T1, T2 : electrical);
end diode;
architecture ANALOG_A of ANALOG is
quantity Q1 across Q2, Q3 through T1 to T2;
quantity Q4 : real;
constant C1 : real := 0.0258;
begin
  Q2 == G1 * (exp((Q1-G3*Q2)/C1) - 1.0);
  Q4 == G2 * Q2;
  Q3 == Q4'dot;
end ANALOG_A;
```

Решение: Аналоговая переменная Q1 описывает напряжение, приложенное к диоду, Q2 – ток через p-n переход, Q3 – емкостной ток диффузионной ем-

кости. Параметры элемента: G1 – ток насыщения; G2 – время жизни неосновных носителей; G3 – сопротивление объема полупроводника.

Ответ: Диод с учетом диффузионной емкости и падения напряжения на объеме полупроводника

ЗАДАНИЕ 15. Какой цифровой элемент реализуется следующим описанием на языке VHDL-AMS?

```
entity DIG is
  port (A1, A2 : IN bit; A3 : OUT bit);
end DIG;
architecture DIG_A of DIG is
begin
  process (A1)
  begin
   if (A1 = '1')
     then A3 <= A2 after 1 ns;
   end if;
  end process;
end DIG_A;
```

Решение: Вход A1 является тактирующим. По его переднему фронту происходит передача сигнала со входа A1 на выход A3. В остальное время выход A3 сохраняет свое предыдущее состояние. Такое поведение соответствует динамическому D-триггеру (flip-flop)

Ответ: динамический D-триггер

ЗАДАНИЕ 16. Какой аналоговый элемент реализуется следующим описанием на языке VHDL-AMS?

```
entity ANALOG is
  generic (G1 : REAL; G2 : real := 0.0 );
  port (terminal T1,T2 : electrical);
end;
architecture ANALOG_A of ANALOG is
quantity Q1 across Q2 through T1 to T2;
begin
  Q2==G1 * Q1'dot;
 break Q1 => G2;
end ANALOG_A;
```

Решение: Переменная Q1 является напряжением на обкладках идеального конденсатора, Q2 – емкостной ток. Параметр G1 – емкость конденсатора, G2 – напряжение на обкладках в начальный момент времени.

Ответ: идеальный конденсатор

ЗАДАНИЕ 17. В какие моменты времени будет срабатывать оператор break в следующем коде (язык VHDL-AMS)?

```
entity GEN is
   generic (P : real := 1.0E-6);
  port (signal GEN_OUT : out bit);
end GEN;
architecture GEN_A of GEN is
signal TEMP : bit  := '0';
begin
   process
   begin
      TEMP <= not TEMP;
      GEN_OUT <= TEMP;
      wait for P;
   end process;
end GEN_A;

entity TB is
end TB;
architecture TB_A of TB is
   signal C : bit;
   terminal P: electrical;
   quantity V across I through P to GROUND;
begin
   G: entity work.gen(gen_a) generic map (2.0E-6) port map (C);
   If C = '0' use I == 0.0; else V == 0.0; end use;
   break on C;
end TB_A;
```

Решение:

Оператор break будет вызываться при каждом изменении сигнала C, которое задается генератором GEN. Так как при подключении экземпляра генератора в архитектуре TB_A устанавливается период срабатывания генератора 2 мкс, то оператор break будет вызываться каждые 2 мкс, начиная с момента времени t=2 мкс.

Ответ: 2 мкс и далее с периодом 2 мкс.

ЗАДАНИЕ 18. Определите, в какие моменты времени сигнал DOUT будет принимать значение логической единицы для следующего кода на языке VHDL-AMS.

```
entity VSIN is
   generic (A : real := 1.0; F : real := 1000.0);
   port (terminal PLUS, MINUS: electrical);
end VSIN;
architecture VSIN_A of VSIN is
   quantity V across I through PLUS to MINUS;
begin
   V == A * sin(math_2_pi*F*now);
end VSINE_A;
entity TB is
end TB;
architecture TB_A of TB is
   terminal P : electrical;
   quantity V across I through P to GROUND;
```

```
  signal DOUT : bit;
begin
  G:entity work.VSIN(VSIN_A) generic map (1.0, 2000.0) port map (P, GROUND);
  I == V / 1000.0;
  DOUT <= '1' when VIN'above(0.0) else '0';
end TB_A;
```

Решение:

Сигнал DOUT будет принимать значение логической единицы, когда генератор синусоидального напряжения VSIN будет генерировать положительное напряжение. Так как период генерируемого сигнала составляет 500 мкс, то положительное напряжение на выходе генератора будет наблюдаться в интервалы времени от 0…250 мкс, 500…750 мкс и т.д.

Ответ: 0…250 мкс и далее, с периодом 500 мкс

ЗАДАНИЕ 19. Для момента модельного времени t=250 мкс определите мгновенную силу тока I, протекающего в системе, которая описывается следующим кодом на языке VHDL-AMS:

```
entity VSIN is
  generic (A : real := 1.0; F : real := 1000.0);
  port (terminal PLUS, MINUS: electrical);
end VSIN;
architecture VSIN_A of VSIN is
  quantity V across I through PLUS to MINUS;
begin
  V == A * sin(math_2_pi*F*now);
end VSINE_A;
entity TB is
end TB;
architecture TB_A of TB is
  terminal P : electrical;
  quantity V across I through P to GROUND;
begin
  G:entity work.VSIN(VSIN_A) generic map (2.0) port map (P, GROUND);
  I == V / 500.0;
end TB_A;
```

Решение:

В указанный момент времени генератор синусоидального напряжения VSIN генерирует максимальное значение напряжение, равное 2 В. Так как ток протекает через резистор номиналом 500 Ом, ток в системе при этом равен 4 мА.

Ответ: 4 мА.

ЗАДАНИЕ 20. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1

0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

Решение:

		yz			
		00	01	11	10
x	0		1		1
	1		1	1	

ЗАДАНИЕ 21. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Решение:

		yz			
		00	01	11	10
x	0	1	1		1
	1			1	

ЗАДАНИЕ 22. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	1

0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	0

Решение:

yz

	00	01	11	10
0	1		1	1
1		1		

ЗАДАНИЕ 23. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Решение:

yz

x		00	01	11	10
	0	1		1	1
	1	1		1	

ЗАДАНИЕ 24. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f

0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

Решение:

		yz			
		00	01	11	10
x	0	1	1		1
	1		1		1

ЗАДАНИЕ 25. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Решение:

		yz			
		00	01	11	10
x	0			1	1
	1	1		1	

ЗАДАНИЕ 26. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Решение:

yz

	00	01	11	10
0	1	1		1
1	1		1	

ЗАДАНИЕ 27. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Решение:

yz

	00	01	11	10
0	1			1
1			1	

ЗАДАНИЕ 28. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Решение:

	yz 00	01	11	10
0		1		1
1	1		1	

ЗАДАНИЕ 29. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Решение:

x \ yz	00	01	11	10
0	1	1		1
1			1	

ЗАДАНИЕ 30. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	0

Решение:

	yz			
	00	01	11	10
0	1		1	1
1		1		

x

ЗАДАНИЕ 31. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Решение:

	yz			
	00	01	11	10
0	1		1	1
1	1		1	

x

ЗАДАНИЕ 32. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

Решение:

		yz			
		00	01	11	10
x	0	1	1		1
	1		1		1

ЗАДАНИЕ 33. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Решение:

		yz			
		00	01	11	10
x	0				1

1	1		1	

ЗАДАНИЕ 34. Составьте карту Карно для логической функции f(x, y, z), таблица истинности которой приведена ниже.

x	y	z	f
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Решение:

yz

	00	01	11	10
0	1			1
1	1		1	