

03.04.01 Прикладные математика и физика

Очная форма обучения, 2017 года набора

Аннотации рабочих программ дисциплин

Военная подготовка

Цель дисциплины:

Получение необходимых знаний, умений, навыков в военной области в соответствии с избранной военно-учётной специальностью "Математическое, программное и информационное обеспечение функционирования автоматизированных систем".

Задачи дисциплины:

1. Прохождение студентами дисциплины "Общественно-государственная подготовка".
2. Прохождение студентами дисциплины "Военно-специальная подготовка".
3. Прохождение студентами дисциплины "Тактика ВВС".
4. Прохождение студентами дисциплины "Общая тактика".
5. Прохождение студентами дисциплины "Общевойсковая подготовка".
6. Прохождение студентами дисциплины "Тактико-специальная подготовка".
7. Допуск к сдаче и сдача промежуточной аттестации, предусмотренной учебным планом.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

по дисциплине "Военно-специальная подготовка":

1. принципы построения, функционирования и практической реализации основных алгоритмов АСУ ВВС;
2. взаимодействие алгоритмов КСА объединения ВВС и ПВО, АСУ соединения ВКО в процессе боевой работы, организации и несения боевого дежурства;
3. особенности построения алгоритмов управления частями (подразделениями) ЗРВ, ИА, РЭБ;
4. основы построения КСА КП и штаба объединения ВВС и ПВО, АСУ соединения ВКО;

5. назначение, состав, технические характеристики, устройство и принципы функционирования основных комплексов технических средств КСА;

6. взаимодействие функциональных устройств КСА.

по дисциплине "Общественно-государственная подготовка":

1. историю славных побед российского воинства и русского оружия;

2. порядок организации и проведения мероприятий морально-психологического обеспечения в подразделении;

3. основные этапы развития ВС РФ;

4. цели и задачи воспитательной работы в подразделении;

5. порядок организации и проведения мероприятий воспитательной работы в подразделении;

6. методику индивидуально-воспитательной работы с военнослужащими, проходящими военную службу по призыву и по контракту.

по дисциплине "Тактика ВВС":

1. основы боевого применения Сил и средств воздушно-космического нападения вооруженных Сил блока НАТО;

2. порядок и методику оценки воздушного противника;

3. организацию, вооружение частей и подразделений ПВО ВВС;

4. боевые возможности частей и подразделений ПВО ВВС;

5. организацию маневра подразделений ПВО ВВС;

6. основы подготовки частей и подразделений ПВО ВВС к боевому применению;

7. основы планирования боевого применения, сущность и содержание заблаговременной и непосредственной подготовки к боевому применению частей и подразделений ПВО ВВС;

8. правила разработки и оформления боевых документов;

9. организацию боевого дежурства в ПВО ВВС;

10. основные этапы и способы ведения боевых действий в ПВО ВВС.

по дисциплине "Общая тактика":

1. организационно-штатную структуру общевойсковых подразделений;

2. сущность, виды, характерные черты и принципы ведения современного общевойскового боя;

3. основы боевого применения мотострелковых подразделений Сухопутных войск, их боевые возможности;

4. организацию системы огня, наблюдения, управления и взаимодействия;

5. основы огневого поражения противника в общевойсковом бою;

6. организацию непосредственного прикрытия и наземной обороны позиции подразделения и объектов;
7. последовательность и содержание работы командира взвода (отделения) по организации общевойскового боя, передвижения и управления подразделением в бою и на марше;
8. основы управления и всестороннего обеспечения боя;
9. порядок оценки обстановки и прогноз ее изменений в ходе боевых действий;
10. основные приемы и способы выполнения задач инженерного обеспечения;
11. назначение, классификацию инженерных боеприпасов, инженерных заграждений и их характеристики;
12. назначение, устройство и порядок применения средств маскировки промышленного изготовления и подручных средств;
13. последовательность и сроки фортификационного оборудования позиции взвода (отделения);
14. общие сведения о ядерном, химическом, биологическом и зажигательном оружии, средствах

Уметь:

по дисциплине "Военно-специальная подготовка":

1. технически грамотно эксплуатировать математическое обеспечение вычислительного комплекса в различных степенях боевой готовности и обеспечивать боевую работу в условиях активного воздействия противника;
2. самостоятельно разбираться в описаниях и инструкциях на математическое обеспечение новых АСУ ВВС;
3. методически правильно и грамотно проводить занятия с личным составом по построению и эксплуатации математического обеспечения АСУ ВВС.

по дисциплине "Общественно-государственная подготовка":

1. целенаправленно использовать формы и методы воспитательной работы с различными категориями военнослужащих;
2. применять методы изучения личности военнослужащего, социально-психологических процессов, протекающих в группах и воинских коллективах.

по дисциплине "Тактика ВВС":

1. проводить оперативно-тактические расчеты боевых возможностей частей (подразделений) ПВО ВВС.

по дисциплине "Общая тактика":

1. передвигаться на поле боя;

2. оборудовать одиночные окопы для стрельбы из автомата из всех положений, укрытия для вооружения и военной техники;
3. оценивать обстановку (уточнять данные обстановки) и прогнозировать ее изменения;
4. разрабатывать и оформлять карточку огня взвода (отделения);
5. осуществлять подготовку и управление боем взвода (отделения);
6. пользоваться штатными и табельными техническими средствами радиационной, химической и биологической разведки и контроля, индивидуальной и коллективной защиты, специальной обработки;
7. оценивать состояние пострадавшего и оказывать первую медицинскую помощь при различных видах поражения личного состава;
8. читать топографические карты и выполнять измерения по ним;
9. определять по карте координаты целей, боевых порядков войск и осуществлять целеуказание;
10. вести рабочую карту, готовить исходные данные для движения по азимутам в пешем порядке;
11. организовывать и проводить занятия по тактической подготовке.

по дисциплине "Тактико-специальная подготовка":

1. выполнять функциональные обязанности дежурного инженера в составе боевого расчета;
2. готовить аппаратуру КСА к боевому применению и управлять боевым расчетом центра АСУ в ходе ведения боевой работы;
3. проводить проверку параметров, определяющих боевую готовность АСУ (КСА);
4. оценивать техническое состояние аппаратуры КСА и ее готовность к боевому применению;
5. выполнять нормативы боевой работы.

по дисциплине "Общевойсковая подготовка":

1. выполнять и правильно применять положения общевоинских уставов Вооруженных Сил Российской Федерации в повседневной деятельности;
2. выполнять обязанности командира и военнослужащего перед построением и в строю;
3. правильно выполнять строевые приемы с оружием и без оружия;
4. осуществлять разборку и сборку автомата, пистолета и подготовку к боевому применению ручных гранат;
5. определять по карте координаты целей;

Владеть:

по дисциплине "Военно-специальная подготовка":

1. устройством КСА КП, аппаратным и программным обеспечением их функционирования;
2. основы защиты информации от несанкционированного доступа.

по дисциплине "Общественно-государственная подготовка":

1. основными положениями законодательных актов государства в области защиты Отечества.

по дисциплине "Тактика ВВС":

1. формами и способами ведения боевых действий частей и подразделений ПВО ВВС, их влиянием на работу АСУ в целом, работу КСА лиц боевого расчёта.

по дисциплине "Общая тактика":

1. организацией современного общевойскового боя взвода самостоятельно или в составе роты.
2. принятием решения с составлением боевого приказа, навыками доклада предложений командиру.

по дисциплине "Тактико-специальная подготовка":

1. методами устранения сбоев и задержек в работе программных и аппаратных средств КСА АСУ.

по дисциплине "Общевойсковая подготовка":

1. штатным оружием, находящимся на вооружении Вооружённых сил РФ.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Военно-специальная подготовка
- Общая тактика
- Тактика Военно-воздушных сил
- Военно-специальная подготовка
- Общая тактика
- Тактико-специальная подготовка
- Общевоинская подготовка

Основная литература

1. Строевой устав вооружённых сил РФ.
2. В.В. Апакидзе, Р.Г. Дуков «Строевая подготовка» Под ред. Генерал-полковника В.А. Меримского (Учебное пособие). М.: Воениздат, 1988. 336 с.
3. Методика строевой подготовки. (Учебное пособие). М.: Воениздат, 1988. 358 с.

4. Руководство по 5,45-мм автомату Калашникова АК-74. М.: Воениздат, 1986. 158 с.
5. Наставление по стрелковому делу 9-мм пистолет Макарова (МП). М.: Воениздат, 94 с.
6. Наставление по стрелковому делу Ручные гранаты. М.: Воениздат, 1981. 64 с.
7. Наставление по стрелковому делу. Основы стрельбы из стрелкового оружия. Изд. второе, испр. и доп. М.: Воениздат, 1970. 176 с.
8. Курс стрельб из стрелкового оружия, боевых машин и танков Сухопутных войск (КС СО, БМ и Т СВ-84). М.: Воениздат. 1989, 304 с.
9. Военная топография» / Учебное пособие. Под общ. Ред. А.С. Николаева, М.: Воениздат. 1986. 280 с. ил.
10. «Топографическая подготовка командира» / Учебное пособие. М.: Воениздат. 1989.
11. Молостов Ю.И. Работа командира по карте и на местности. Учебное пособие. Солнечногорск, типография курсов «Выстрел», 1996.

Интеграция технологических процессов микро и наноэлектроники

Цель дисциплины:

формирование специальных знаний в области практической технологии микро-наноэлектроники, о физических и химических основах проведения технологических и контрольно-измерительных операций в микро-наноэлектронике, о физических и технических принципах конструктивного исполнения технологического оборудования используемого в микро-наноэлектронике, о принципах разработки физической структуры изделий микро-наноэлектроники и технологических процессах их изготовления.

Задачи дисциплины:

Рассмотрение физических и химических основ проведения технологических операций в микро и наноэлектронике;

Рассмотрение физических параметров определяющих условия проведения технологических операций в микро и наноэлектронике;

Рассмотрения влияния физических параметров технологических операций на параметры физической структуры изделий микро и наноэлектроники при их изготовлении;

Рассмотрение влияния параметров технологических операций на физические параметры изделий

микро и наноэлектроники;

Рассмотрение принципов разработки режимов проведения технологических операций в микро и нано электронике;

Рассмотрение основных принципов разработки технологических процессов изготовления изделий микро и наноэлектроники;

Рассмотрение принципов построения основных видов технологического оборудования в практической микро и наноэлектронике;

Рассмотрение влияния параметров технологического оборудования на параметры физической структуры изделий микро и наноэлектроники при их изготовлении в условиях технологической линии.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

Физические и химические основы технологических операций в микро и наноэлектронике.

Физические параметры характеризующие технологические операции.

Технические и физические основы конструктивного исполнения технологического оборудования.

Влияние физических параметров технологических операций на параметры физической структуры элементной базы и изделий в целом в микро и наноэлектронике.

Уметь:

Разрабатывать основные режимы технологических операций. Разрабатывать технологические процессы.

Проводить анализ влияния физических параметров технологических операций на параметры физической структуры изделий микро и наноэлектроники .

Применять статистические методы анализа для оценки качества проведения технологических процессов.

Планировать и проводить эксперименты при разработке технологических процессов микро и наноэлектроники.

Владеть:

Первичными навыками разработки технологических операций и технологических процессов микро и нано электронике.

Первичными навыками работы на технологическом оборудовании.

Основными методами анализа оценки качества технологических операций и технологических процессов.

Основными методами проведения экспериментов при разработке технологических процессов микро и наноэлектроники.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Вводная лекция по курсу «Основы технологии микро и наноэлектроники».
- Процессы ЖХО в маршруте изготовления ИМС.
- Различные стратегии проведения жидкостных очисток пластин и удаления конкретных загрязнений.
- Удаление полимерных остатков после проведения процессов плазмохимического травления.
- Обзор оборудования для процессов ЖХО.
- Диэлектрические слои в технологии УБИС.
- Физические основы оптической литографии.
- Оптические проблемы проекционной литографии.
- Формирование изображения в фоторезисте.
- Фоторезисты.
- Проявление фоторезистов.
- Контроль и измерение параметров качества проявленного рельефа маски из фоторезиста
- Способы улучшения разрешающей способности процесса фотолитографии (RET).
- Оборудование фотолитографии.
- Техничко-экономические показатели фотолитографического оборудования и производства.
- Особенности ионной имплантации и ее применение в технологии микроэлектроники.

Основная литература:

1. Основы микроэлектроники [Текст] : [учеб.пособие для вузов] / И. П. Степаненко .— 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Лаборатория Базовых Знаний, 2004 .— 488с.
2. Моро У.. Микролитография М.: Мир, 1990.
3. Берлин Е.В., Сейдман Л.А., Ионно-плазменные процессы в тонкопленочной технологии , Техносфера Москва. 2010. 527 стр.
4. Fundamental Principles of Optical Lithography: The Science of Microfabrication. Chris Mack.© 2007 John Wiley & Sons, Ltd.
5. Оптические технологии микро- и наноэлектроники, Я.И. Тоцицкий, 2010, Минск, РИВШ.

6. Современная фотолитография, С.В. Зеленцов, Н.В. Зеленцова, 2006, Нижний Новгород, НГУ им. Лобачевского.
7. Г.Я.Красников. Конструктивно-технологические особенности субмикронных МОП-транзисторов. Изд. «Техносфера» Москва 2011.
8. Г.Я.Красников, Н.А.Зайцев, «Система кремний-диоксид кремния субмикронных СБИС». Изд. «Техносфера» , Москва, 2003 г.
9. В.Л. Евдокимов Лекционные материалы (электронная рукопись и презентация) «Особенности технологических процессов формирования диэлектрических и полупроводниковых слоев при изготовлении глубоко-субмикронных микросхем»
10. ОАО «НИИМЭ и Микрон», 2012 г.
11. Основы технологии интегральных схем. Окисление, диффузия, эпитаксия. Под ред Р.Бургера, Р.Донована. Физд «Мир», Москва, 1969.
12. Handbook of Manufacturing Technology. Robert Doering and Yoshio Nishi, CRC Press (Taylor and Francis Group), USA, 2008.
13. Handbook of thin - film deposition. Krihna Seshan, USA, «Noyes Publications», 2002.
14. Handbook of chemical vapor deposition . Hugh O. Pierson, USA, «Noyes Publications», 1992.
15. Chemical Vapor Deposition for microelectronics . Arthur Shermann, USA, «Noyes Publications», 1987.
16. Ultraclean Surface Processing of Silicon Wafers, Takesi Hattori, Japan , “Springler” 1998.
17. Красавина Л.З., Кирюшина И.В. Механизм адсорбции микрочастиц в жидких технологических средах и способы их десорбции // Электронная техника. Сер.3. Микроэлектроника. – 2000-2001. – Вып.1(154)-1(155). С. 54-59.
18. Кирюшина И.В., Красавина Л.З., Просий А.Д., Селиванова И.Н., Яснов В.С. Исследование и разработка технологических процессов очистки кремниевых пластин в модифицированных RCA-растворах // Известия ВУЗов. - №1. – 2004.
19. Кирюшина И.В., Красавина Л.З., Просий А.Д., Селиванова И.Н., Яснов В.С. Исследование процесса травления SiO₂и БФСС в травителе на основе HF в системе рециркуляционной фильтрации // Известия ВУЗов. - №2. – 2004.
20. Cleaning Technology in Semiconductor Device Manufacturing 1989-2007.Proceedings from the ECS Semiconductor Cleaning Symposia 1-10 //Ed. J. Ruzyllo, T. Hattori, R. Novak. – The Electrochemical Society, Inc: Pennington, NJ, USA – 613 с.
21. Зи С. Технология СБИС в 2-х книгах. М. Мир. 1986.

История, философия и методология естествознания

Цель дисциплины:

приобщить студентов к историческому опыту мировой философской мысли, дать ясное представление об основных этапах, направлениях и проблемах истории и философии науки, способствовать формированию навыков работы с предельными вопросами, связанными с границами и основаниями различных наук и научной рациональности, овладению принципами рационального философского подхода к процессам и тенденциям развития современной науки.

Задачи дисциплины:

- систематизированное изучение философских и методологических проблем естествознания с учетом историко-философского контекста и современного состояния науки;
- приобретение студентами теоретических представлений о многообразии форм человеческого опыта и знания, природе мышления, соотношении истины и заблуждения;
- понимание роль науки в развитии цивилизации, соотношение науки и техники и связанные с ними современные социальные и этические проблемы, умение различать исторические типы научной рациональности, знать структуру, формы и методы научного познания в их историческом генезисе, современные философские модели научного знания;
- знакомство с основными научными школами, направлениями, концепциями, с ролью новейших информационных технологий в мире современной культуры и в области гуманитарных и естественных наук;
- понимание смысла соотношения биологического и социального в человеке, отношения человека к природе, дискуссий о характере изменений, происходящих с человеком и человечеством на рубеже третьего тысячелетия;
- знание и понимание диалектики формирования личности, ее свободы и ответственности, своеобразие интеллектуального, нравственного и эстетического опыта разных исторических эпох.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- структуру естественных и социо-гуманитарных наук, специфику их методологического

аппарата;

- соотношение принципов и гипотез в построении научных систем и теорий;
- основы современной научной картины мира, базовые принципы научного познания и ключевые направления междисциплинарных исследований;
- концепции развития науки и разные подходы к проблеме когнитивного статуса научного знания;
- проблему материи и движения;
- понятия энергии и энтропии;
- проблемы пространства–времени;
- современные проблемы физики, химии, математики, биологии, экологии;
- великие научные открытия XX и XXI веков;
- ключевые события истории развития науки с древнейших времён до наших дней;
- взаимосвязь мировоззрения и науки;
- проблему формирования мировоззрения;
- систему интердисциплинарных отношений в науке, проблему редукционизма в науке;
- теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в физике и ее приложениях к естественным наукам;
- о Вселенной в целом как физическом объекте и ее эволюции;
- о соотношении порядка и беспорядка в природе, о проблемах нелинейных процессов и самоорганизующихся систем;
- динамические и статистические закономерности в природе;
- о роли вероятностных описаний в научной картине мира;
- принципы симметрии и законы сохранения;
- новейшие открытия естествознания для создания технических устройств;
- особенности биологической формы организации материи, принципы воспроизводства и развития живых систем;
- о биосфере и направлении ее эволюции.

Уметь:

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, гипотезы, доказательства, законы;
- применять методологию естествознания при организации конкретных исследований;
- дать панораму наиболее универсальных методов и законов современного естествознания.

Владеть:

- научной методологией как исходным принципом познания объективного мира;
- принципами выбора адекватной методологии исследования конкретных научных проблем;
- системным анализом;
- знанием научной картины мира;
- понятийным и методологическим аппаратом междисциплинарных подходов в науке.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Возникновение и развитие науки на Западе и на Востоке
- Методология научного и философского познания
- Современная философия о проблемах естественнонаучного знания
- Современная философия о проблемах естественнонаучного знания
- Современная философия о проблемах социального и гуманитарного знания
- Наука, религия, философия
- Проблема кризиса культуры в научном и философском дискурсе
- Наука и философия о природе сознания

Основная литература:

1. Западная философия от истоков до наших дней [Текст] : [в 4 т.] Т. 3. От Возрождения до Канта / С. А. Мальцева, Д. Антисери, Дж. Реале .— СПб. : Пневма, 2004, 2010 .— 880 с.
2. Западная философия от истоков до наших дней [Текст] : [в 4 т.] / Д. Антисери, Дж. Реале ; пер. с итал. под ред. С. А. Мальцевой .— СПб. : Пневма, 2003. — Т. 1-2: Античность и Средневековье. - 2003. - 688 с.
3. Западная философия от истоков до наших дней [Текст] : [в 4 т.] Т. 4 / Д. Антисери, Дж. Реале; пер. с итал. под ред. С. А. Мальцевой .— СПб. : Пневма, 2003, 2008 .— 880 с.
4. Западная философия от истоков до наших дней [Текст]: [в 4 т.] / Д. Антисери, Дж. Реале; пер. с итал. С. А. Мальцевой .— СПб. : Пневма, 2004 .— Т. 3: От Возрождения до Канта. - 2004. - 880 с.
5. Философия [Текст] : Хрестоматия / сост. П. С. Гуревич .— М. : Гардарики, 2002 .— 543 с.
6. Философия науки [Текст] : учебник для магистратуры / под ред. А. И. Липкина ; Моск. физ.-техн. ин-т (гос. ун-т) .— 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Юрайт, 2015 .— 512 с

Квантово-химическое моделирование в наноэлектронике

Цель дисциплины:

- овладение навыками интерпретации результатов расчетов в области квантово-химического моделирования (КХМ) на базе сформированного знания квантовой механики. С учетом специфики кафедры функциональной наноэлектроники сделан акцент на практические задачи расчета электронной структуры атомных кластеров.

Задачи дисциплины:

- изучение математического базиса наиболее значимых квантово-химических методов, прежде всего молекулярной динамики (ММД), функционала плотности (DFT), Хартри-Фока-Рутана;
- овладение студентами навыками общения со свободно распространяемыми пакетами молекулярного моделирования;
- выработка опыта в самостоятельной интерпретации данных квантово-химического моделирования, в т.ч. для задач наноэлектроники.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- Специфику квантово-механического моделирования в отношении атомных кластеров, в отношении численных методов, в отношении программного обеспечения;
- Методы первопринципных расчетов;
- Основные приближения полуэмпирических и эмпирических методов.

Уметь:

- Корректно ставить граничные/краевые условия задачи КХМ и правильно подбирать вид потенциала взаимодействия для задач ММД;
- Проводить процедуры калибровки КХМ;
- Правильно ставить вычислительный эксперимент.

Владеть:

- Общехимическими пакетами (HyperChem, MOPAC);
- Современными методами научной визуализации;
- Свободно-распространяемым программным обеспечением в области КХМ (Gaussian).

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Многомасштабный подход в объектов природы.
- Уровни КХМ. Взаимосвязь задач каждого уровня.
- Распараллеливание алгоритмов КХМ.
- Примеры постановки и решения типовых задач КХМ.
- Сущность и общий алгоритм метода.
- Виды потенциала взаимодействия.
- ММД частиц в растворе.
- ММД систем электронов и систем ионов.
- Общая характеристика метода молекулярных орбиталей.
- Одноэлектронное приближение и методы Хартри – Фока - Рутана.
- Полуэмпирические методы расчета.
- Расчет параметров химических реакций. Термохимия.
- Сущность метода.
- Корреляционно-обменный функционал. Приближения локальной плотности.
- Вычислительные особенности DFT методов.
- Примеры расчета электронных конфигураций методом DFT.
- Ретроспектива курса.

Основная литература:

1. Компьютерная химия : [для студентов и преподавателей] / М. Е. Соловьев; Соловьев М. Е., Соловьев М. М.-Москва : СОЛОН-Пресс, 2005.-535 с.
2. Степанов Н.Ф. Квантовая механика и квантовая химия. М.: Мир, МГУ, 2001, - 520с
3. Радиационные процессы в многокомпонентных материалах: Теория и компьютер. моделирование / Ю. В. Трушин ; Ю. В. Трушин; Рос. акад. наук, Физ. - техн. ин - т им. А. Ф. Иоффе. - СПб. : Физико - технический ин - т, 2002. - 383 с

Математическое моделирование микро- и наносистем

Цель дисциплины:

повышение уровня математического образования студентов при одновременном укреплении навыков их абстрактно-логического и ассоциативно-философского мышления и ознакомлении с практикой математического моделирования, которое дифференцируется от прикладной математики и технического исполнения вычислительных экспериментов. С учетом специфики кафедры функциональной наноэлектроники сделан акцент на применение методов математического моделирования в предметной области технологии.

Задачи дисциплины:

- изучение математического базиса наиболее значимых средств формализации и средств численного моделирования;
- овладение студентами навыками систематического мышления, в частности, при концептуализации технологии микро- и наноэлектроники;
- выработка опыта в самостоятельном исследовании сложных систем и явлений.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- Специфику математического моделирования в отношении физического, в отношении численных методов, в отношении прикладной математики;
- Методы концептуального проектирования;
- Математические основы метода конечных элементов, клеточных автоматов и генетических алгоритмов.

Уметь:

- Классифицировать компоненты математической модели;
- Проводить процедуры обезразмеривания и идентификации параметров;
- Правильно ставить вычислительный эксперимент.

Владеть:

- Общематематическими пакетами (MATLAB);
- Современными методами научной визуализации;
- САПР мультифизики (COMSOL).

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Роль моделирования в науке.
- Типовой маршрут математического моделирования.
- Элементы системного анализа.
- Структура современной математики
- Фундаментальные понятия вычислительной математики.
- Типичные задачи и методы вычислительной математики.
- Методы построения сеток в симуляторах.
- Нейросетевые модели.
- Обзор общецелевых математических пакетов САПР.

- Программные аспекты реализации модели на ЭВМ.
- Проблема идентификации параметров модели. Методы верификации и оптимизации.
- Планирование вычислительного эксперимента. Прагматический подход к математическому моделированию.
- ММ микро- и наноэлектроники.
- ММ в физике и химии.
- ММ в биологии, генетики и экологии.
- ММ в гуманитарных науках.

Основная литература:

1. Введение в процессы интегральных микро- и нанотехнологий [Текст] : в 2 т. : [учеб. пособие для вузов] / [под общ. ред. Ю. Н. Коркишко] .— М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2010 .— (Нанотехнологии) .— Т. 1 : Физико-химические основы технологии микроэлектроники / [Ю. Д. Чистяков, Ю. П. Райнова]. - 2010. - 392 с.
2. Яковлев В.Б. Вычислительная математика: учеб. пособие. – М.: МИЭТ, 2008. – 132 с.
3. Самарский А.А. Введение в численные методы: учеб. Пособие. – М.: Наука, 1972. – 272 с.
4. Боглаев Ю.П. Вычислительная математика и программирование: учеб. пособие. – М.: Высшая школа, 1990. – 544 с.
5. Актуальные проблемы моделирования в системах автоматизированного схемотехнического проектирования. / под ред. А.И. Стемпковского. – М.: Наука, 2003. – 432 с.
6. Налимов В.В., Голикова Т.И. Логические основания планирования эксперимента. – М. Металлургия, 1981. – 151 с.
7. Месарович М., Такахара Я. Общая теория систем: математические основы. / пер. с англ. – М.: Мир, 1978. – 311 с.

Основные технологические процессы микро- и наноэлектроники

Цель дисциплины:

формирование профессиональных компетенций в области методологии и маршрутов проектирования систем на кристалле (СНК) с топологическими нормами 90 нм.

Задачи дисциплины:

- изучение методологии и маршрутов проектирования СНК и систем в корпусе с

топологическими нормами до 90 нм.

- приобретение навыков проектирования, расчета, моделирования и конструирования приборов и устройств электронной техники на схемотехническом и элементном уровне.
- освоение маршрута проектирования энергоэффективных устройств с топологическими нормами до 90 нм.
- приобретение навыков разработки наноэлектронных СБИС специальных применений на основе различных типов элементной базы, включая СБИС повышенной энергоэффективности и СБИС для телекоммуникаций.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- методологии и маршруты проектирования СНК и систем в корпусе с топологическими нормами до 90 нм;
- маршруты и особенности проектирования энергоэффективных устройств с топологическими нормами до 90 нм;
- основные проблемы в области проектирования СНК с топологическими нормами до 90 нм.

Уметь:

- разрабатывать наноэлектронные СБИС специальных применений на основе различных типов элементной базы, включая СБИС повышенной энергоэффективности и СБИС для телекоммуникаций.
- проектировать, рассчитывать и моделировать устройства электронной техники на схемотехническом и элементном уровне.
- анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников.
- использовать средства автоматизации проектирования цифровых, аналоговых схем и устройств смешанного сигнала.

Владеть:

навыками проектирования ИС.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Современная технология, маршруты проектирования и производство СНК.
- Особенности проектирования сложно-функциональных блоков и СНК с топологическими нормами до 90 нм.
- Обеспечение надежности и основы теории выхода годных.
- Организация контроля и испытаний СНК
- Организация разработок и подготовка производства изделий микроэлектронной техники

Основная литература:

1. Основы микроэлектроники [Текст] : [учеб.пособие для вузов] / И. П. Степаненко .— 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Лаборатория Базовых Знаний, 2004 .— 488с.
2. Зи С. Технология СБИС. Москва, Мир, 2006г.
3. Матюшкин И.В. Маршруты проектирования интегральных микросхем: системный уровень. Учебное пособие. МИЭТ. 2008г.
4. Черняев В.Н. Технология производства интегральных микросхем и микропроцессоро. Учебник для ВУЗов, Москва, Радио и Связь, 2007

Основы схемотехники сверхвысокочастотных микросхем

Цель дисциплины:

расширение профессионального кругозора и получения навыков анализа состояния научно-технических проблем, определяющих прогресс развития методов проектирования и технологии электронных средств, изучение последних достижений и обоснование оптимальных решений конструирования в области планарной технологии.

Задачи дисциплины:

- приобретение студентами необходимых знаний в области конструкции и технологии микроэлектроники;
- освоение физико-химических основ типовых и специальных технологических операций и процессов и их творческое использование в разработках современных микросхем;

- ☒ формирование у студентов системного подхода к выбору обоснования оптимальных конструктивно-технологических решений;
- ☒ изучение дисциплины знакомит студентов с конструкторско-технологическими особенностями производства элементной базы современных электронных систем.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- ☒ современные научные проблемы в области конструирования и технологии электронных средств;
- ☒ основные понятия, термины, определения, классификации по различным признакам, обозначения, области применения, характеристики планарной технологии;
- ☒ конструкции, материалы, характеристики современных микросхем;
- ☒ тенденции и перспективы развития планарной технологии;
- ☒ основные виды технологической документации при разработке технологических процессов.

Уметь:

- ☒ анализировать проблемы в своей области деятельности;
- ☒ правильно выбрать методы и средства реализации электронных средств;
- ☒ самостоятельно следить за достижениями в области конструирования и технологии изготовления современных микросхем, а также эффективности производства и качества продукции;
- ☒ пользоваться нормативно-технической документацией по конструированию, технологии сборки и оценки качества микросхем;
- ☒ критически, самостоятельно оценить конструкцию микросхемы для автоматизации ее производства;
- ☒ использовать средства ВТ и современные системы проектирования при разработке микросхем и технологических процессов для условий автоматизации.

Владеть:

знаниями по перспективам развития конструирования и технологии электронных средств.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Технология микроэлектроники и микроэлектронные полупроводниковые приборы.
- Монокристаллы и пластины.
- Литография – процесс переноса изображения
- Легирование полупроводников (назначение процесса легирования и основные определения).
- Интеграция технологических процессов в производственный маршрут изготовления микросхем.
- Физические структуры микросхем на основе гетеропереходов соединений АЗВ5 и кремний-германий.
- Процессы сборки и герметизации микросхем.
- Корпуса для интегральных микросхем.

Основная литература:

1. Нанoeлектроника [Текст] : учеб. пособие для вузов / А. А. Щука ; под ред. А. С. Сигова . — 2-е изд. — М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2012 . — 342 с.
2. Барыбин А.А., Томилин В.И., Шаповалов В.И. Физико-технологические основы макро-, микро- и наноэлектроники. Физматлит, 2011.
3. Зебрев Г.И. Физические основы кремниевой наноэлектроники. Москва, МИФИ, 2008.

Проектирование аналоговых микросхем

Цель дисциплины:

изучение студентами особенностей построения и работы аналоговых схем.

Задачи дисциплины:

В результате изучения дисциплины «Проектирование аналоговых микросхем» студенты должны:

- обладать базовыми знаниями в области интегральной микроэлектроники;
- знать принципы работы основных аналоговых интегральных схем.
- знать и уметь применять на практике метод исследования аналоговых электронных устройств, работающих в режиме малых сигналов;
- знать сущность отрицательной и положительной обратной связи (ОС) в электронных устройствах и принципы построения схем с ОС.

- уметь выполнять расчеты по обеспечению требуемого режима работы и показателей изучаемых электронных устройств;
- иметь представление о компьютерном моделировании, проектировании и оптимизации цифровых и аналоговых электронных устройств.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- основные принципы и особенности проектирования аналоговых микросхем;
- методы схемотехнического проектирования аналоговых ИС.

Уметь:

уметь характеризовать:

- современные тенденции проектирования аналоговых ИС;
- специфические особенности проектирования аналоговых ИС;

уметь анализировать:

- аналоговые интегральные микросхемы с использованием методов машинного проектирования.

Владеть:

приобрести навыки:

- инженерного проектирования и расчета;
- моделирования и экспериментального исследования интегральных схем.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Аналоговые сигналы и системы.
- Интегральные элементы аналоговых схем. Эквивалентные схемы. Малосигнальный анализ.
- Особенности проектирования топологии аналоговых микросхем.
- Элементарные узлы аналоговых микросхем.
- Базовые блоки аналоговых микросхем. Вопросы устойчивости операционных усилителей.
- Схемы управления питанием. Источники опорного напряжения.
- АЦП и ЦАП.
- Схемы с переключаемыми конденсаторами. Дельта-сигма АЦП.

Основная литература:

1. Аналоговая электроника [Текст] : учеб. пособие для вузов / А. Л. Ларин ; М-во образования Рос. Федерации, Фед. агентство по образованию, Моск. физ.-техн. ин-т (гос. ун-т. — М. : МФТИ, 2007. — 228 с.
2. Свирид В.Л. Аналоговая микросхемотехника: Учеб. пособие для радиотехнических специальностей вузов: В 3 ч. Ч.1. Интегральные микросхемы. Системотехническое проектирование радиоэлектронной аппаратуры. – Мн.: БГУИР, 2003
3. Коломбет Е.А. Микроэлектронные средства обработки аналоговых сигналов. - М.: Радио и связь, 1991.
4. Соклоф С. Аналоговые интегральные схемы: Пер. с англ. - М.: Мир, 1988.
5. Букреев И.Н., Горячев В.И., Мансуров Б.М. Микроэлектронные схемы цифровых устройств. 4-изд. перераб. доп. 2006 год.
6. Волович Г. И. Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств. 2005 год
7. Галле К. Силовая электроника. Как проектировать электронные схемы. 2009 год.
8. И.П. Ефимов Источники питания РЭА: Учебное пособие. 2-е изд. испр. 2002 год.
9. Зиновьев Г.С. Основы силовой электроники. Учебник. 2001 год.
10. Казённов Г.Г. Основы проектирования интегральных схем и систем. 2005 год.
11. У. Кестер, редактор. Аналого-цифровое преобразование. 2007 год
12. Малахов. Схемотехника аналоговых устройств. 2000 год
13. Эннс В.И., Кобзев Ю.М. Проектирование аналоговых КМОП микросхем: краткий справочник разработчика. М.: Горячая линия – Телеком. – 2005. –454 с.

Проектирование микроэлектронных изделий с топологическими нормами до 90 нм

Цель дисциплины:

- повышение уровня математического образования студентов при одновременном укреплении навыков их абстрактно-логического и ассоциативно-философского мышления и ознакомлении с практикой математического моделирования, которое дифференцируется от прикладной математики и технического исполнения вычислительных экспериментов. С учетом специфики кафедры функциональной наноэлектроники сделан акцент на применение методов

математического моделирования в предметной области технологии.

Задачи дисциплины:

- изучение математического базиса наиболее значимых средств формализации и средств численного моделирования;
- овладение студентами навыками систематического мышления, в частности, при концептуализации технологии микро- и наноэлектроники;
- выработка опыта в самостоятельном исследовании сложных систем и явлений.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- Специфику математического моделирования в отношении физического, в отношении численных методов, в отношении прикладной математики;
- Методы концептуального проектирования;
- Математические основы метода конечных элементов, клеточных автоматов и генетических алгоритмов.

Уметь:

- Классифицировать компоненты математической модели;
- Проводить процедуры обезразмеривания и идентификации параметров;
- Правильно ставить вычислительный эксперимент.

Владеть:

- Общематематическими пакетами (MATLAB);
- Современными методами научной визуализации;
- САПР мультифизики (COMSOL).

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Роль моделирования в науке
- Типовой маршрут математического моделирования
- Элементы системного анализа
- Структура современной математики
- Фундаментальные понятия вычислительной математики
- Типичные задачи и методы вычислительной математики.

- Методы построения сеток в симуляторах.
- Нейросетевые модели.
- Обзор общецелевых математических пакетов САПР.
- Программные аспекты реализации модели на ЭВМ.
- Проблема идентификации параметров модели. Методы верификации и оптимизации.
- Планирование вычислительного эксперимента. Прагматический подход к математическому моделированию.
- ММ микро- и наноэлектроники.
- ММ в физике и химии
- ММ в биологии, генетики и экологии
- ММ в гуманитарных науках.

Основная литература:

1. Введение в процессы интегральных микро- и нанотехнологий [Текст] : в 2 т. : [учеб. пособие для вузов] / [под общ. ред. Ю. Н. Коркишко] .— М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2010 .— (Нанотехнологии) .— Т. 1 : Физико-химические основы технологии микроэлектроники / [Ю. Д. Чистяков, Ю. П. Райнова]. - 2010. - 392 с.
2. Яковлев В.Б. Вычислительная математика: учеб. пособие. – М.: МИЭТ, 2008. – 132 с.
3. Самарский А.А. Введение в численные методы: учеб. Пособие. – М.: Наука, 1972. – 272 с.
4. Боглаев Ю.П. Вычислительная математика и программирование: учеб. пособие. – М.: Высшая школа, 1990. – 544 с.
5. Актуальные проблемы моделирования в системах автоматизированного схемотехнического проектирования. / под ред. А.И. Стемпковского. – М.: Наука, 2003. – 432 с.
6. Налимов В.В., Голикова Т.И. Логические основания планирования эксперимента. – М. Металлургия, 1981. – 151 с.
7. Месарович М., Такахара Я. Общая теория систем: математические основы. / пер. с англ. – М.: Мир, 1978. – 311 с.

Русский язык как иностранный

Цель дисциплины:

формирование межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции на средне-продвинутом уровне B1+ (по Европейской шкале уровней владения иностранными языками) для решения социально-коммуникативных задач в различных

областях бытовой, культурной, профессиональной и научной деятельности на русском языке, а также для дальнейшего самообразования.

Задачи дисциплины:

Задачи формирования межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции состоят в последовательном овладении студентами совокупностью субкомпетенций, основными из которых являются:

- лингвистическая компетенция, т.е. умение адекватно воспринимать и корректно использовать языковые единицы на основе знаний о фонологических, грамматических, лексических, стилистических особенностях изучаемого языка;
- социолингвистическая компетенция, т.е. умение адекватно использовать реалии, фоновые знания, ситуативно обусловленные формы общения;
- социокультурная компетенция, т.е. умение учитывать в общении речевые и поведенческие модели, принятые в соответствующей культуре;
- социальная компетенция, т.е. умение взаимодействовать с партнерами по общению, вступать в контакт и поддерживать его, владея необходимыми стратегиями;
- стратегическая компетенция, т.е. умение применять разные стратегии для поддержания успешного взаимодействия при устном / письменном общении;
- дискурсивная компетенция, т.е. умение понимать и порождать иноязычный дискурс с учетом культурно обусловленных различий;
- общая компетенция, включающая наряду со знаниями о стране и мире, об особенностях языковой системы также и способность расширять и совершенствовать собственную картину мира, ориентироваться в медийных источниках информации;
- межкультурная компетенция, т.е. способность достичь взаимопонимания в межкультурных контактах, используя весь арсенал умений для реализации коммуникативного намерения;
- компенсаторная компетенция, т.е. способность избежать недопонимания, преодолеть коммуникативный барьер за счет использования известных речевых и метаязыковых средств.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- ☐ основные факты, реалии, имена, достопримечательности, традиции России;
- ☐ достижения, открытия, события из области русской науки, культуры, политики, социальной

жизни;

☒ фонетические, лексико-грамматические, стилистические особенности русского языка и его отличие от родного языка;

☒ особенности основных типов и некоторых жанров письменной и устной речи;

☒ особенности и различный формулы русского речевого этикета.

Уметь:

☒ понимать на слух содержание законченного по смыслу аудиотекста, в котором используются в основном эксплицитные способы выражения содержания, а допустимые имплицитные формы отличаются высокой частотностью и стандартностью моделей продуцирования смысла;

☒ достигать необходимых уровней понимания в различных сферах и ситуациях общения в соответствии с заданными параметрами социальных и поведенческих характеристик общения;

☒ понимать основное тематическое содержание, а также наиболее функционально значимую смысловую информацию, отражающую намерения говорящего;

☒ понимать семантику отдельных фрагментов текста и ключевых единиц, определяющих особенности развития тематического содержания;

☒ понимать основные социально-поведенческие характеристики говорящего;

☒ понимать основные цели и мотивы говорящего, характер его отношения к предмету речи и реципиенту, выраженные в аудиотексте эксплицитно;

☒ достигать определенных целей коммуникации в различных сферах общения с учетом социальных и поведенческих ролей в диалогической и монологической формах речи;

☒ организовывать речь в форме диалога, быть инициатором диалога-расспроса, используя развитую тактику речевого общения (начинать и заканчивать разговор в ситуациях различной степени сложности, вербально выражать коммуникативную задачу, уточнять детали сообщения собеседника);

☒ продуцировать монологические высказывания, содержащие: описание конкретных и абстрактных объектов; повествование об актуальных для говорящего событиях во всех видо-временных планах; рассуждения на актуальные для говорящего темы, содержащие выражение мнения, аргументацию с элементами оценки, выводы;

☒ достигать цели коммуникации в ситуации свободной беседы, где роль инициатора общения принадлежит собеседнику и где необходимо умение реализовать тактику речевого поведения, характерную для неподготовленного общения в рамках свободной беседы (преимущественно на социально-культурные темы);

- ☒ репродуцировать письменный и аудиотексты, демонстрируя умение выделять основную информацию, производить компрессию путем исключения второстепенной информации;
- ☒ продуцировать письменный текст, относящийся к официально-деловой сфере общения (заявление, объяснительная записка, доверенность, рекомендация и т.д.);
- ☒ осуществлять дистантное письменное общение, вести записи на основе увиденного и прочитанного с элементами количественной и качественной характеристики, оценки, с использованием типизированных композиционных компонентов (введение, развертывание темы, заключение);
- ☒ проявлять толерантность, эмпатию, открытость и дружелюбие при общении с представителями другой культуры.

Владеть:

- ☒ межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенцией в разных видах речевой деятельности на уровне В1+;
- ☒ социокультурной компетенцией для успешного взаимопонимания в условиях общения с представителями другой культуры;
- ☒ различными коммуникативными стратегиями;
- ☒ учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности;
- ☒ стратегиями рефлексии и самооценки в целях самосовершенствования личных качеств и достижений;
- ☒ разными приемами запоминания и структурирования усваиваемого материала;
- ☒ Интернет-технологиями для выбора оптимального режима получения информации.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Роль семьи в жизни человека и в современном обществе. Автобиография.
- Человек и общество. Выдающиеся личности.
- Человек и наука. Проблемы современного образования и науки.
- Национальные праздники и традиции. Свободное время.
- Художественная культура России.
- Человек и искусство.
- Человек и его профессия
- Научный прогресс и духовное развитие человечества.

Основная литература:

1. Русский язык в упражнениях [Текст] = Russian in Exercises : учеб. пособие (для говорящих на английском языке) / С. А. Хавронина, А. И. Широченская .— М. : Русский язык. Курсы, 2014 .— 384 с.
2. Слушать и услышать [Текст] : пособие по аудированию для изучающих русский язык как неродной. Базовый уровень (A2) / В. С. Ермаченкова .— / 3-е изд. — СПб : Златоуст, 2010 .— 112 с.
3. Слово. Пособие по лексике и разговорной практике [Текст] : [учеб. пособие для иностранных учащихся] / В. С. Ермаченкова .— 2-е изд., испр. и доп. — СПб : Златоуст, 2010 .— 212 с.

Семинар по современным проблемам микроэлектроники

Цель дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний в области микро- и наноэлектроники.

Задачи дисциплины:

- повышение уровня образования студентов за счет цикла семинаров, направленных на ознакомление слушателей с основными физическими и физико-химическими явлениями применяемыми в технологических процессах в микроэлектронике;
- знакомство с модуляцией излучения.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- физические и химические основы технологических операций в микро и наноэлектронике;
- физические параметры характеризующие технологические операции;
- технические и физические основы конструктивного исполнения технологического оборудования;
- влияние физических параметров технологических операций на параметры физической структуры элементной базы и изделий в целом в микро и наноэлектронике.

Уметь:

- проводить анализ влияния физических параметров технологических операций на параметры физической структуры изделий микро и наноэлектроники;
- применять статистические методы анализа для оценки качества проведения технологических процессов;
- планировать и проводить эксперименты при разработке технологических процессов микро и наноэлектроники.

Владеть:

- первичными навыками разработки технологических операций и технологических процессов микро и нано электроники;
- первичными навыками работы на технологическом оборудовании;
- основными методами анализа оценки качества технологических операций и технологических процессов;
- основными методами проведения экспериментов при разработке технологических процессов микро и наноэлектроники.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Физические принципы построения акустических каналов информационного обмена в твердотельной электронике
- Квантово-химические расчеты некоторых кремниевых-кислородных кластеров вида Si_nO_m
- Разработка и исследование Дельта-сигма АЦП по технологии КМОП с проектными нормами 90нм4
- Физико-технологические особенности формирования вакуумированных микрообъемов в МЭМС

Основная литература:

1. Основы микроэлектроники [Текст] : [учеб.пособие для вузов] / И. П. Степаненко . — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Лаборатория Базовых Знаний, 2004 . — 488с.
2. Зи С. Технология СБИС в 2-х книгах. М. Мир. 1986. .
3. Моро У.. Микролитография М.: Мир, 1990.
4. Берлин Е.В., Сейдман Л.А., Ионно-плазменные процессы в тонкопленочной технологии , Техносфера Москва. 2010. 527 стр.
5. Fundamental Principles of Optical Lithography: The Science of Microfabrication. Chris Mack.©

2007 John Wiley & Sons, Ltd.

6. Оптические технологии микро- и наноэлектроники, Я.И. Точицкий, 2010, Минск, РИВШ.

Системы автоматизированного проектирования приборно-технологического базиса

Цель дисциплины:

повышение уровня квалификации специалистов в области проектирования элементной базы интегральных схем. Курс посвящен изучению методов приборно-технологического моделирования различных элементов интегральных схем с использованием современной среды проектирования Sentaurus TCAD. Курс позволяет сформировать у разработчиков новый современный уровень возможностей, позволяющий решать самые сложные задачи в области исследования и разработки перспективной элементной базы интегральных схем

Задачи дисциплины:

- изучение фундаментальных систем уравнений, лежащих в основе математического базиса САПР приборно-технологического базиса (ПТБ);
- овладение студентами навыками постановки и параметризации задач ПТБ;
- выработка умения в самостоятельном моделировании транзисторных структур, появляющихся по мере исполнения операций технологического маршрута.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- Многообразие систем автоматизированного проектирования, в частности, в области технологии микроэлектроники;
- SPICE-модели транзисторов уровня BSIM3 и BSIM4;
- Особенности уравнений переноса вещества в кремнии

Уметь:

- Записывать управляющие скрипты в системе Sentaurus TCAD;
- Правильно проводить параметризацию моделей и использовать имеющиеся библиотеки;
- Проводить параметрический анализ работы транзисторов

Владеть:

- Навыками работы в САПР Sentaurus TCAD;
- Современными методами пост-обработки данных вычислительного эксперимента в области задач ПТБ;
- Экспортно-импортными операциями в обеспечении взаимодействия TCAD с другими системами проектирования, входящими в состав пакета Synopsys.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Тема 1. Роль и задачи приборно-технологического моделирования.
- Тема 2. Технологический маршрут изготовления биполярного транзистора
- Тема 3. Технологический маршрут изготовления МОП- и КМОП-транзистора
- Тема 4. Технологический маршрут изготовления КНИ-транзистора
- Тема 5. Фундаментальная система уравнений для расчета электронных и электрических явлений
- Тема 6. Модели биполярного транзистора.
- Тема 7. Модели МОП-транзисторов
- Тема 8. Компактные (макро-) модели.
- Тема 9. Sentaurus Device. Методика проведения вычислительных экспериментов в TCAD.
- Тема 10. Алгоритм моделирования технологии создания n-МОП-транзистора
- Тема 11. Расчет характеристик n-МОП-транзистора
- Тема 12. Моделирование БиКМОП-технологии
- Тема 13. Расчёт электрических полей в ультратонких диэлектриках с неоднородной границей в среде Sentaurus TCAD
- Тема 14. Трёхмерное моделирование структуры OmegaFinFET.
- Тема 15. Моделирование СВЧ-транзистора на основе эпитаксиальной гетероструктуры (HEMT)
- Тема 16. Моделирование полупроводниковых лазеров на основе AsGa
- Тема 17. Ретроспектива курса.
- Темы лабораторных работ

Основная литература:

1. Автоматизированное проектирование наносистем [Текст] : учебно-метод. комплекс по тематическому направлению деятельности ННС "Наноинженерия" : учеб. пособие для вузов / А. И. Власов [и др.] ; под ред. В. А. Шахнова .— М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011 .— 184 с.
2. Сайт компании Synopsys. User's Guide. <http://www.synopsys.com/tools/tcad/>
3. Артамонова Е.А., Балашов А.Г., Ключников А.С., Красюков А.Ю., Поломошнов С.А. Под

ред. Крупкиной Т.Ю. Лабораторный практикум по курсу «Моделирование в среде TCAD». Ч.1 Введение в приборно-технологическое моделирование М.: МИЭТ, 2009.

4. А.Г. Балашов, А.В. Козлов, А.Ю. Красюков, С.А. Поломошнов. Методические указания по выполнению курсового проекта по курсу “Маршруты БИС”. Под редакцией Т.Ю. Крупкиной. – М.: МИЭТ, 2010. – 48 с.

5. А.Ю. Красюков, И.Н. Титова. Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов по дисциплине “Элементы твердотельной наноэлектроники”. – М.: МИЭТ, 2011. – 124 с.

6. Денисенко В.В. Компактные модели МОП-транзисторов для SPICE в микро- и наноэлектронике. М.: Физматлит, 2010.

Современные проблемы электроники

Цель дисциплины:

Изучение современных направлений в исследовании твердотельных структур и создании на их основе принципиально новой электронной компонентной базы.

Задачи дисциплины:

- Знакомство с современными физическими объектами, актуальными для фундаментальных и прикладных исследований.
- Изучение физических моделей, описывающих эффекты в этих объектах.
- Изучение практических проблем, на решение которых могут быть направлены прикладные научные разработки в области физики твердого тела.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

Основные актуальные научные направления в области создания твердотельных структур для новой элементной базы микро- и наноэлектроники, а также ориентироваться в актуальных направлениях научных исследований и перспективных эффектах в различных твердотельных структурах.

Уметь:

Работать с научной литературой по физике твердого тела и понимать содержание оригинальных научных статей в периодических изданиях.

Применять знания, полученные в курсах «Теоретической физика. Основы квантовой механики», «Физика твердого тела» и «Электронные свойства твердых тел» для понимания эффектов и их физических моделей в современных твердотельных структурах.

Излагать свои мысли и доводы, пользуясь грамотным техническим языком и научной терминологией.

Владеть:

Профессиональной терминологией, теоретическими моделями, описывающими основные эффекты в твердотельных структурах.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Детекторы субмиллиметрового и терагерцового диапазонов.
- Способы генерации субмиллиметрового и терагерцового диапазонов.
- Плазмоны и наноплазмоники.
- Низкоразмерные электронные структуры. РТД.
- Низкоразмерные электронные структуры. Полевые транзисторы с двумерным электронным газом.
- Графен и его свойства.
- Основные методы просвечивающей микроскопии электронной микроскопии сверхвысокого разрешения.
- Краевые состояния в графене. Топологические изоляторы.
- Однофотонные детекторы.
- Датчики магнитного поля на основе ВТСП-сквидов нового поколения.
- Переключатели на основе нанодиодов Шоттки.
- Сверхпроводниковые мета материалы.
- NV-центры в алмазе.

Основная литература:

1. Лекции по сверхвысокочастотной электронике для физиков [Текст] : в 2 т. Т. 1 / Д. И. Трубецков, А. Е. Храмов .— М. : ФИЗМАТЛИТ, 2003 .— 496 с.
2. Варизонные полупроводники и гетероструктуры [Текст] : уч. пособ. / В. И. Ильин, С. Ф. Мусихин, А. Я. Шик .— СПб. : Наука, 2000 .— 100 с.
3. Квантовая наноплазмоника [Текст] : [учебное пособие] / Е. С. Андрианов [и др.] .—

Долгопрудный : Изд. дом "Интеллект", 2015 .— 368 с.

4. Нанoeлектроника [Текст] : учеб. пособие для вузов / А. А. Щука .— М. : Физматкнига, 2007 .— 464 с.

5. Функциональная электроника [Текст] : учеб. пособие для вузов / А. А. Щука .— М. : МИРЭА, 1998 .— 259 с.

Технология микроэлектроники на базе сложных полупроводниковых соединений

Цель дисциплины:

расширение профессионального кругозора и получения навыков анализа состояния научно-технических проблем, определяющих прогресс развития методов проектирования и технологии электронных средств, изучение последних достижений и обоснование оптимальных решений конструирования в области планарной технологии.

Задачи дисциплины:

- приобретение студентами необходимых знаний в области конструкции и технологии микроэлектроники;
- освоение физико-химических основ типовых и специальных технологических операций и процессов и их творческое использование в разработках современных микросхем;
- формирование у студентов системного подхода к выбору обоснования оптимальных конструктивно-технологических решений;
- изучение дисциплины знакомит студентов с конструкторско-технологическими особенностями производства элементной базы современных электронных систем.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- ☐ современные научные проблемы в области конструирования и технологии электронных средств;
- ☐ основные понятия, термины, определения, классификации по различным признакам, обозначения, области применения, характеристики планарной технологии;

- ☒ конструкции, материалы, характеристики современных микросхем;
- ☒ тенденции и перспективы развития планарной технологии;
- ☒ основные виды технологической документации при разработке технологических процессов.

Уметь:

- ☒ анализировать проблемы в своей области деятельности;
- ☒ правильно выбрать методы и средства реализации электронных средств;
- ☒ самостоятельно следить за достижениями в области конструирования и технологии изготовления современных микросхем, а также эффективности производства и качества продукции;
- ☒ пользоваться нормативно-технической документацией по конструированию, технологии сборки и оценки качества микросхем;
- ☒ критически, самостоятельно оценить конструкцию микросхемы для автоматизации ее производства;
- ☒ использовать средства ВТ и современные системы проектирования при разработке микросхем и технологических процессов для условий автоматизации.

Владеть:

знаниями по перспективам развития конструирования и технологии электронных средств.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Технология микроэлектроники и микроэлектронные полупроводниковые приборы.
- Монокристаллы и пластины.
- Литография – процесс переноса изображения.
- Легирование полупроводников (назначение процесса легирования и основные определения).
- Интеграция технологических процессов в производственный маршрут изготовления микросхем.б
- Физические структуры микросхем на основе гетеропереходов соединений А3В5 и кремний-германий.
- Процессы сборки и герметизации микросхем.
- Корпуса для интегральных микросхем

Основная литература:

1. Методы определения основных параметров полупроводниковых материалов [Текст] : учеб. пособие для вузов / Л. П. Павлов .— М. : Высшая школа, 1975 .— 206 с.

2. Барыбин А.А., Томилин В.И., Шаповалов В.И. Физико-технологические основы макро-, микро- и наноэлектроники. Физматлит, 2011.
3. Зебрев Г.И. Физические основы кремниевой наноэлектроники. Москва, МИФИ, 2008.

Физика дефектов в технологии микро и наноэлектроники

Цель дисциплины:

- знакомство слушателей с основными физическими и физико-химическими процессами на поверхности и в объеме монокристаллического кремния.

Задачи дисциплины:

- изложение материала курса по следующим направлениям:
- атомарная структура поверхности Si. Процессы травления и эпитаксиального роста;
- дефекты кристаллической структуры в кремнии;
- физика легирования кремния;
- твердофазные реакции на поверхности Si и сопровождающие их процессы в объеме кристалла;
- диффузия примесных атомов и собственных дефектов;
- процессы в Si при комбинированных воздействиях;
- физика дефектной инженерии;
- слоистые и кремниевые приборы на их основе;
- предоставление картины взаимосвязи процессов в кремнии и причинно-следственных связей, приводящих к целенаправленным и негативным изменениям свойств материала и характеристик приборных структур;
- теоретическая подготовка слушателей курса к самостоятельному решению вопросов, возникающих при разработке новых приборов микроэлектроники.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- теорию физических и физико-химических процессов в монокристаллическом кремнии.

Уметь:

- излагать материалы курса;
- использовать полученные знания при разработке принципов построения и конструкции прибора микроэлектроники и/или к-л технологического процесса.

Владеть:

- методами расчета параметров основных технологических операций: термического окисления, ионной имплантации, температуры и длительности отжига;
- методами теоретической оценки ожидаемых параметров элементов приборной структуры: поверхностного и удельного сопротивления легированных участков, концентрации и подвижности носителей заряда в легированных и индуцированных слоях, ширины ОПЗ, емкости p-n переходов и пр.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Кремний в классе твердых тел
- Структурные и электрофизические параметры объемного кремния
- Классификация подсистем кристалла ионные и фанонные подсистемы
- Электронные подсистемы кремния. Подсистемы дефектов кристалла.
- Атомарная структура поверхности кремния
- Атомарная физика химического травления поверхности кремния.
- Основы теории эпитаксиального роста на поверхности кремния.
- Классификация дефектов в кремнии
- Основы радиационной физики кремния. Механизм образования и виды радиационных дефектов
- Механизмы эволюции подсистемы дефектов. Часть 1
- Механизмы эволюции подсистемы дефектов. Часть 2
- Физические основы методов легирования
- Легирование методом ионная имплантация
- Диффузия из ограниченных и неограниченных поверхностных источников
- Теоретические основы твердофазных реакций и сопровождающих их процессов
- Обобщенная модель генерации собственных точечных дефектов в процессе твердофазных реакций на поверхности кремния
- Правило формирования фаз в системе с полифазной диаграммой состояния
- Образование пересыщенных вакансионных растворов в Si при росте силицидов на его поверхности
- Кинетика роста слоев SiO₂. Модели генерации неравновесных междоузлий.
- Комбинированные механизмы диффузии основных примесных атомов в кремнии
- Радиационно-стимулированная диффузия в кремнии. Распад радиационных кластеров.
- Стимулированная диффузия в кремнии. Диффузия ускоренная по вакансионному механизму.
- Стимулированная диффузия в кремнии. Диффузия ускоренная по междоузельному механизму.

- Влияние встроенных электрических и механических полей на диффузионное перераспределение.
- Диффузия в потоках собственных дефектов.
- Фотостимулированная диффузия в кремнии
- Ионная имплантация в сопровождении лучистой радиации
- Диффузия примесей в условиях травящейся поверхности кремния
- Механизм геттерирования собственных дефектов и примесных атомов
- Распад собственных кластеров при импульсном отжиге кремния
- Кремний на изоляторе и физические особенности переноса в них. Кремний-германиевые структуры.
- Потенциальные ямы и двухмерный электронный газ
- Кремний-сегнетоэлектрические гетероструктуры
- Обобщение материала курса

Основная литература:

1. Введение в процессы интегральных микро- и нанотехнологий [Текст] : в 2 т. : [учеб. пособие для вузов] / [под общ. ред. Ю. Н. Коркишко] .— М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2010 .— (Нанотехнологии) .— Т. 1 : Физико-химические основы технологии микроэлектроники / [Ю. Д. Чистяков, Ю. П. Райнова]. - 2010. - 392 с.
2. К. Ту, Дж. Майер. Образование силицидов. В кн. Тонкие пленки. Взаимная диффузия и реакции. Изд. Мир, Москва, 1982, 576 с.
3. Italyantsev A.G. Solid-phase reaction on silicon surface. Accompanying processes. J. Appl. Phys., 1996, v. 79 (5), p.2369-2375.
4. Милнс А. Примеси с глубокими уровнями в полупроводниках. Под ред. М.К. Шейкмана, изд. Мир, Москва, 1977, с. 467.
5. Итальянцев А.Г. Генерация вакансий, стимулированная химическим травлением поверхности кристалла. Поверхность, 1991, в.10, с.122-127.
6. С.В. Булярский, В.И. Фистуль. Термодинамика и кинетика взаимодействующих дефектов в полупроводниках. Изд. Наука. Физматлит, Москва, 1997, с.352.
7. Гегузин Я.Е., Кагановский Ю.С. Диффузионные процессы на поверхности кристалла. Изд. Энергоатомиздат, Москва, 1984, с. 123.
8. Вавилов В. С, Кекелидзе Н. П., Смирнов Л. С. Действие излучения на полупроводники. М., 1988. 192 с.
9. А. Зеегер, Х. Фелл, В. Франк. Точечные дефекты в твердых телах, под ред. Б. И. Болтакса,

1979, изд. «Мир», Москва, с. 164.

10. Вопросы радиационной технологии полупроводников. Под ред. Л. С. Смирнова. Ново-сибирск, 1980. 294 с.

Физика полупроводников и процессов в монокристаллическом кремнии

Цель дисциплины:

повышение уровня образования студентов БК 5 года обучения за счет курса лекций, направленного на знакомство слушателей с основными физическими и физико-химическими процессами на поверхности и в объеме монокристаллического кремния.

Задачи дисциплины:

- Изложение материала курса по следующим направлениям:
- Атомарная структура поверхности Si. Процессы травления и эпитаксиального роста;
- Дефекты кристаллической структуры в кремнии;
- Физика легирования кремния;
- Твердофазные реакции на поверхности Si и сопровождающие их процессы в объеме кристалла;
- Диффузия примесных атомов и собственных дефектов;
- Процессы в Si при комбинированных воздействиях;
- Физика дефектной инженерии;
- Слоистые и кремниевые приборы на их основе.
- Предоставление картины взаимосвязи процессов в кремнии и причинно-следственных связей, приводящих к целенаправленным и негативным изменениям свойств материала и характеристик приборных структур.
- Теоретическая подготовка слушателей курса к самостоятельному решению вопросов, возникающих при разработке новых приборов микроэлектроники

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

Теорию физических и физико-химических процессов в монокристаллическом кремнии.

Уметь:

Излагать материалы курса.

Использовать полученные знания при разработке принципов построения и конструкции прибора микроэлектроники и/или к-л технологического процесса.

Владеть:

Методами расчета параметров основных технологических операций: термического окисления, ионной имплантации, температуры и длительности отжигов.

Методами теоретической оценки ожидаемых параметров элементов приборной структуры: поверхностного и удельного сопротивления легированных участков, концентрации и подвижности носителей заряда в легированных и индуцированных слоях, ширины ОПЗ, емкости р-п переходов и пр.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Кремний в классе твердых тел.
- Структурные и электрофизические параметры объемного кремния.
- Классификация подсистем кристалла ионные и фанонные подсистемы.
- Электронные подсистемы кремния. Подсистемы дефектов кристалла.
- Атомарная структура поверхности кремния.
- Атомарная физика химического травления поверхности кремния.
- Основы теории эпитаксиального роста на поверхности кремния.
- Классификация дефектов в кремнии.
- Основы радиационной физики кремния. Механизм образования и виды радиационных дефектов.
- Механизмы эволюции подсистемы дефектов (1).
- Механизмы эволюции подсистемы дефектов (2).
- Физические основы методов легирования.
- Легирование методом ионная имплантация.
- Диффузия из ограниченных и неограниченных поверхностных источников.
- Теоретические основы твердофазных реакций и сопровождающих их процессов.
- Обобщенная модель генерации собственных точечных дефектов в процессе твердофазных реакций на поверхности кремния.
- Правило формирования фаз в системе с полифазной диаграммой состояния.
- Образование пересыщенных вакансионных растворов в Si при росте силицидов на его поверхности.
- Кинетика роста слоев SiO₂. Модели генерации неравновесных междоузлий.
- Комбинированные механизмы диффузии основных примесных атомов в кремнии.
- Радиационно-стимулированная диффузия в кремнии. Распад радиационных кластеров.
- Стимулированная диффузия в кремнии. Диффузия ускоренная по вакансионному механизму.

Основная литература:

1. Введение в теорию полупроводников [Текст] : учеб. пособие для вузов / А. И. Ансельм .— 3-е изд., стереотип. — СПб. : Лань, 2008 .— 624 с.
2. К. Ту, Дж. Майер. Образование силицидов. В кн. Тонкие пленки. Взаимная диффузия и реакции. Изд. Мир, Москва, 1982, 576 с.
3. Italyantsev A.G. Solid-phase reaction on silicon surface. Accompanying processes. J. Appl. Phys., 1996, v. 79 (5), p.2369-2375.
4. Милнс А. Примеси с глубокими уровнями в полупроводниках. Под ред. М.К. Шейкмана, изд. Мир, Москва, 1977, с. 467.
5. Итальянцев А.Г. Генерация вакансий, стимулированная химическим травлением поверхности кристалла. Поверхность, 1991, в.10, с.122-127.
6. С.В. Булярский, В.И. Фистуль. Термодинамика и кинетика взаимодействующих дефектов в полупроводниках. Изд. Наука. Физматлит, Москва, 1997, с.352.
7. Гегузин Я.Е., Кагановский Ю.С. Диффузионные процессы на поверхности кристалла. Изд. Энергоатомиздат, Москва, 1984, с. 123.
8. Вавилов В. С, Кекелидзе Н. П., Смирнов Л. С. Действие излучения на полупроводники. М., 1988. 192 с.
9. А. Зеегер, Х. Фелл, В. Франк. Точечные дефекты в твердых телах, под ред. Б. И. Болтакса, 1979, изд. «Мир», Москва, с. 164.
10. Вопросы радиационной технологии полупроводников. Под ред. Л. С. Смирнова. Ново-сибирск, 1980. 294 с.

Фотонные интегральные схемы

Цель дисциплины:

- расширение профессионального кругозора и получения навыков анализа состояния научно-технических проблем, определяющих прогресс развития методов проектирования и технологии электронных средств, изучение последних достижений и обоснование оптимальных решений конструирования в области планарной технологии.

Задачи дисциплины:

- приобретение студентами необходимых знаний в области конструкции и технологии микроэлектроники;
- освоение физико-химических основ типовых и специальных технологических операций и процессов и их творческое использование в разработках современных микросхем;
- формирование у студентов системного подхода к выбору обоснования оптимальных конструктивно-технологических решений;
- изучение дисциплины знакомит студентов с конструкторско-технологическими особенностями производства элементной базы современных электронных систем.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- ☑ современные научные проблемы в области конструирования и технологии электронных средств;
- ☑ основные понятия, термины, определения, классификации по различным признакам, обозначения, области применения, характеристики планарной технологии;
- ☑ конструкции, материалы, характеристики современных микросхем;
- ☑ тенденции и перспективы развития планарной технологии;
- ☑ основные виды технологической документации при разработке технологических процессов.

Уметь:

- ☑ анализировать проблемы в своей области деятельности;
- ☑ правильно выбрать методы и средства реализации электронных средств;
- ☑ самостоятельно следить за достижениями в области конструирования и технологии изготовления современных микросхем, а также эффективности производства и качества продукции;
- ☑ пользоваться нормативно-технической документацией по конструированию, технологии сборки и оценки качества микросхем;
- ☑ критически, самостоятельно оценить конструкцию микросхемы для автоматизации ее производства;
- ☑ использовать средства ВТ и современные системы проектирования при разработке микросхем и технологических процессов для условий автоматизации.

Владеть:

знаниями по перспективам развития конструирования и технологии электронных средств.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Технология микроэлектроники и микроэлектронные полупроводниковые приборы.
- Монокристаллы и пластины.
- Литография – процесс переноса изображения.
- Легирование полупроводников (назначение процесса легирования и основные определения).
- Интеграция технологических процессов в производственный маршрут изготовления микросхем.
- Физические структуры микросхем на основе гетеропереходов соединений АЗВ5 и кремний-германий.
- Процессы сборки и герметизации микросхем.
- Корпуса для интегральных микросхем.

Основная литература:

1. Барыбин А.А., Томилин В.И., Шаповалов В.И. Физико-технологические основы макро-, микро- и наноэлектроники. Физматлит, 2011.
2. Щука А.А. Наноэлектроника: учебное пособие. Бинوم. Лаборатория знаний, 2012.
3. Зебрев Г.И. Физические основы кремниевой наноэлектроники. Москва, МИФИ, 2008.