

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор образовательной деятельности

« 24 »  20 17 г.

Программа государственной итоговой аттестации выпускников

Направление подготовки: 28.03.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника
Квалификация (степень): бакалавр
Форма обучения: очная

Казань 2017

Пояснительная записка

В соответствии со ст.59 Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации» государственная итоговая аттестация (ГИА) обучающихся, завершающих обучение по основным профессиональным образовательным программам высшего образования (далее – ОПОП ВО), является обязательной.

Цели и задачи государственной итоговой аттестации

Целью государственной итоговой аттестации является установление соответствия уровня освоенности компетенций, обеспечивающих соответствующую квалификацию и уровень образования обучающихся, Федеральному государственному образовательному стандарту высшего образования. Государственная итоговая аттестация призвана способствовать систематизации и закреплению знаний и умений обучающегося по направлению подготовки при решении конкретных профессиональных задач, определять уровень подготовки выпускника к самостоятельной работе.

Паспорт программы государственной итоговой аттестации

Программа государственной итоговой аттестации выпускников ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет» является частью основной профессиональной образовательной программы по направлению 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника.

Требования к результатам освоения ОПОП

Выпускник, освоивший основную профессиональную образовательную программу образования по специальности «Нанотехнологии и микросистемная техника» должен обладать общими компетенциями:

ОК-1 (способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции);

ОК-2 (способностью анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции);

ОК-3 (способностью использовать основы экономических знаний при оценке эффективности результатов деятельности в различных сферах);

ОК-4 (способностью использовать основы правовых знаний в различных сферах деятельности);

ОК-5 (способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия);

ОК-6 (способностью работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные и культурные различия);

ОК-7 (способностью к самоорганизации и самообразованию);

ОК-8 (способностью использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности);

ОК-9 (готовностью пользоваться основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий).

ОПК-1 (способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики);

ОПК-2 (способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат);

ОПК-3 (способность решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей);

ОПК-4 (готовность применять современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации);

ОПК-5 (способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных);

ОПК-6 (способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий);

ОПК-7 (способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности);

ОПК-8 (способность использовать нормативные документы в своей деятельности);

ОПК-9 (способность использовать навыки работы с компьютером, владеть методами информационных технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности);

ОПК-10 (готовность пользоваться основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий).

ПК-1 (способностью проводить физико-математическое моделирование исследуемых процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники с использованием современных компьютерных технологий);

ПК-2 (готовностью проводить экспериментальные исследования по синтезу и анализу материалов и компонентов нано- и микросистемной техники);

ПК-3 (готовностью анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций);

ПК-4 (способностью проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектов);

ПК-5 (готовностью рассчитывать и проектировать компоненты нано- и микросистемной техники);

ПК-6 (готовностью рассчитывать и проектировать основные параметры наноструктурных материалов различного функционального назначения);

ПК-7 (готовностью разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с требованиями стандартов, технических условий и других нормативных документов);

ПК-8 (готовностью использовать базовые технологические процессы и оборудование, применяемые в производстве материалов, компонентов нано- и микросистемной техники);

ПК-9 (готовностью использовать базовое контрольно-измерительное оборудование для метрологического обеспечения исследований и промышленного производства материалов и компонентов нано- и микросистемной техники);

ПК-10 (готовностью работать на современном технологическом оборудовании, используемом в производстве материалов и компонентов нано- и микросистемной техники);

ПК-11 (готовностью участвовать в разработке организационно-технической документации (графиков работ, инструкций, планов, смет), установленной отчетности по утвержденным формам);

ПК-12 (способностью выполнять задания в области сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов);

ПК-13 (способностью организовывать работу малых групп исполнителей);

ПК-14 (способностью налаживать, испытывать, проверять работоспособность измерительного, диагностического, технологического оборудования, используемого для решения различных научно-технических, технологических и производственных задач в области нанотехнологии и микросистемной техники);

ПК-15 (готовностью к участию в наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию опытных образцов изделий нанотехнологии, нано- и микросистемной техники);

ПК-16 (готовностью к эксплуатации и сервисному обслуживанию измерительного, диагностического, технологического оборудования для производства материалов и компонентов нано- и микросистемной техники);

ПК-17 (готовностью составлять заявки на запасные детали и расходные материалы, а также на поверку и калибровку аппаратуры);

ПК-18 (готовностью разрабатывать инструкции для обслуживающего персонала по эксплуатации используемого технического оборудования и программного обеспечения).

Структура государственной итоговой аттестации

Вид государственной итоговой аттестации

Государственная итоговая аттестация проводится в форме государственного экзамена и защиты выпускной квалификационной работы, позволяющих выявить теоретическую подготовку выпускника к решению профессиональных задач.

Структура и содержание выпускной квалификационной работы

Выпускная квалификационная работа – это комплексная самостоятельная работа студента или группы студентов, главной целью и содержанием которой является всесторонний анализ, исследование и разработка некоторых из актуальных задач и вопросов как теоретического, так и прикладного характера по профилю направления.

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы является завершающим этапом высшего образования. Его успешное прохождение является необходимым условием присуждения студентам квалификации бакалавра по специальности 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника.

Основные этапы выполнения квалификационной работы

Важное значение для выполнения выпускной квалификационной работы имеет правильный выбор темы.

Тематика выпускных квалификационных работ:

1. Исследование характеристик керамических образцов из глины Алексеевского месторождения
2. Исследование свойств микрочастиц кремния оптическими методами
3. Исследование магнитной анизотропии тонких ионносинтезированных пленок силицида железа Fe_3Si
4. Исследование микроструктуры и фазового состава тонких пленок оксида цинка, имплантированных ионами железа
5. Исследование характеристик керамических материалов из глины Салмановского месторождения
6. Диэлектрические потери в нанопористых полимерах блочной структуры
7. Исследование структуры механоактивированного глюконата кальция (МАКГ) в водном растворе методом
8. Магнитные свойства тонких пленок титаната стронция, имплантированного железом
9. Мессбауэровское исследование наночастиц core-shell типа
10. Изготовление и исследование фотовольтаических свойств солнечной ячейки Шоттки-типа
11. Спиновые свойства некоторых комплексов Fe(III)
12. Полупроводниковые детекторы ионизирующих излучений на основе метиламмония иодида свинца
13. Рост наночастиц палладия на поверхности оксида графена
14. Применение искусственных нейронных сетей для обработки сигнала с детекторов частиц
15. Исследования магнитных тонких пленок FePt/Fe/Ta со структурой L10
16. Взаимодействие дипептида L-изолейцил-L-аланин с парообразными соединениями по данным сенсорного и термического анализов, и атомно-силовой микроскопии

17. Температурная зависимость константы магнитной анизотропии в ионносинтезированных пленках силицида железа Fe_3Si
18. Микросферические частицы твердой дисперсии поливинилпирролидона К29-32 с возможностью ингаляционного введения
19. Исследование кристаллических новообразований в керамических материалах
20. Исследование зависимости размеров микрочастиц диоксида кремния от условий синтеза
21. Исследования электрических свойств стронций-замещенных ферриманганитов тулия $\text{Tm}_{0,65}\text{Sr}_{0,35}\text{Fe}_{0,3}\text{Mn}_{0,7}\text{O}_3$ и иттербия $\text{Yb}_{0,82}\text{Sr}_{0,18}\text{Fe}_{0,15}\text{Mn}_{0,85}\text{O}_3$

Тема выпускной квалификационной работы выбирается студентом самостоятельно, но, как правило, в рамках тематики, разработанной предметной комиссией.

Тема и руководитель выпускной квалификационной работы закрепляется на заседании кафедры. Сроки выполнения разделов выпускной квалификационной работы определяются графиком.

После утверждения темы выпускной квалификационной работы студент совместно со своим руководителем составляет «План-график выполнения выпускной квалификационной работы». Факты нарушения календарного графика выполнения работы рассматриваются как нарушение графика учебной работы, отражаются в отзыве руководителя и могут служить основанием для снижения оценки при защите выпускной квалификационной работы.

Функции руководителей выпускных квалификационных работ:

- консультирование по вопросам содержания и последовательности выполнения выпускной квалификационной работы;
- оказание помощи студенту в подборе необходимой литературы;
- контроль за выполнением выпускной квалификационной работы;
- подготовка письменного отзыва на выпускную квалификационную работу.

Предварительная защита проводится на заседании кафедры в сроки, утвержденные графиком. Предварительную защиту рекомендуется проводить в обстановке максимально приближенной к той, которая имеет место при работе государственной экзаменационной комиссии. На предварительную защиту студент предоставляет полностью завершенную и оформленную выпускную квалификационную работу. После предварительной защиты комиссия принимает решение о готовности работы и студента к защите. При этом в пределах времени, предусмотренного графиком, может разрешить студенту доработать работу по результатам предварительной защиты до представления работы на рецензирование.

Выполненные выпускные квалификационные работы рецензируются специалистами из числа работников предприятий, организаций, преподавателей образовательных учреждений, владеющих вопросами, связанными с тематикой выпускных квалификационных работ.

Содержание рецензии доводится до сведения студентов не позднее, чем за день до защиты. Внесение изменений в выпускную квалификационную работу после получения рецензии не допускается.

Требования к структуре выпускной квалификационной работы

Структура выпускной квалификационной работы в качестве обязательных составных элементов включает:

1. титульный лист;
2. содержание;
3. введение;
4. первый раздел включает теоретическая часть;
5. второй раздел содержит на выбор практическую или аналитическую части (опытно-экспериментальная часть (практическая));
6. заключение;
7. список используемых источников;
8. приложения, в случае необходимости.

К выпускной квалификационной работе должны быть приложены (не вшиваются):

- отзыв руководителя выпускной квалификационной работы;
- рецензия
- результат проверки ВКР на объем заимствований в системе «Антиплагиат. ВУЗ».

Во введении обосновывается актуальность и практическая значимость выбранной темы, формулируются цель и задачи.

При работе над **теоретической частью** определяются объект и предмет ВКР, круг рассматриваемых проблем. Проводится обзор используемых источников, обосновывается выбор применяемых методов, технологий и др. Работа выпускника над теоретической частью позволяет руководителю оценить следующие общие компетенции:

- понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес;
- осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития;
- самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации

Работа над вторым разделом должна позволить руководителю оценить уровень развития следующих общих компетенций:

- организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество;

- принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность;
- владеть информационной культурой, анализировать и оценивать информацию с использованием информационно-коммуникационных технологий
- ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности

Заключение содержит выводы и предложения с их кратким обоснованием в соответствии с поставленной целью и задачами, раскрывает значимость полученных результатов.

Критерии оценки уровня и качества подготовки выпускной квалификационной работы

Для определения качества выпускной квалификационной работы предлагаются следующие основные показатели ее оценки:

- соответствие темы исследования специальности, требованиям общепрофессиональной (специальной) подготовки, сформулированным целям и задачам;
- профессиональная компетентность, умение систематизировать и обобщать факты, самостоятельно решать поставленные задачи (в том числе и нестандартные) с использованием передовых научных технологий;
- структура работы и культура ее оформления; последовательность и логичность, завершенность изложения, наличие научно-справочного аппарата, стиль изложения;
- достоверность и объективность результатов выпускной квалификационной работы, использование в работе научных достижений отечественных и зарубежных исследователей, собственных исследований и реального опыта; логические аргументы; апробация в среде специалистов - практиков, преподавателей, исследователей и т.п.;
- использование современных информационных технологий, способность применять в работе математические методы исследований и вычислительную технику;
- возможность использования результатов в профессиональной практике для решения научных, творческих, организационно-управленческих, образовательных задач.

При оценке выпускной квалификационной работы дополнительно должны быть учтены качество сообщения, отражающего основные моменты выпускной квалификационной работы, и ответы выпускника на вопросы, заданные по теме его выпускной квалификационной работы.

При определении окончательной оценки по защите выпускной квалификационной работы учитываются:

- доклад выпускника;
- ответы на вопросы;
- оценка рецензента;

– отзыв руководителя.

Оцениваемые компетенции:

- способность проводить физико-математическое моделирование исследуемых процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники с использованием современных компьютерных технологий (ПК-1);
- готовность проводить экспериментальные исследования по синтезу и анализу материалов и компонентов нано- и микросистемной техники (ПК-2);
- готовность анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций (ПК-3)
- готовность рассчитывать и проектировать основные параметры наноструктурных материалов различного функционального назначения (ПК-6).

Результаты защиты определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

«Отлично» выставляется за выпускную квалификационную работу, которая имеет положительные отзывы руководителя и рецензента. При его защите студент-выпускник показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными исследования, вносит обоснованные предложения, во время доклада использует наглядные пособия, легко отвечает на поставленные вопросы.

«Хорошо» выставляется за выпускную квалификационную работу, которая имеет положительный отзыв руководителя и рецензента. При его защите студент-выпускник показывает знания вопросов темы, оперирует данными исследования, вносит предложения по теме исследования, во время доклада использует наглядные пособия, без особых затруднений отвечает на поставленные вопросы.

«Удовлетворительно» выставляется за выпускную квалификационную работу, в отзывах руководителя и рецензента которой имеются замечания по содержанию работы и методике анализа. При его защите студент-выпускник проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не всегда дает исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы.

«Неудовлетворительно» выставляется за выпускную квалификационную работу, которая не отвечает требованиям, изложенным в методических указаниях. В отзывах руководителя и рецензента имеются критические замечания. При защите выпускной квалификационной работы студент-выпускник затрудняется отвечать на поставленные вопросы по теме, не знает теории вопроса, при ответе допускает существенные ошибки. К защите не подготовлены наглядные пособия.

СТРУКТУРА ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

Государственная итоговая аттестация по направлению 28.03.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника проводится государственной экзаменационной комиссией (далее – ГЭК) в целях определения соответствия результатов освоения обучающимися образовательных программ соответствующим требованиям федерального государственного образовательного стандарта.

К задачам государственного экзамена относится выявление теоретических знаний и практических навыков, полученных в процессе обучения по направлению 28.03.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника, выявление подготовленности выпускника к профессиональной деятельности. Государственный экзамен проводится в устной форме. Экзаменационный билет состоит из двух теоретических вопросов.

Государственный экзамен по направлению 28.03.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника имеет междисциплинарный характер. В его состав включаются дисциплины:

1. Квантовые электронные свойства наносистем
2. Физика конденсированного состояния
3. Физико-химические основы процессов микро- и нанотехнологии
4. Физические основы микро- и наносистемной техники
5. Моделирование и проектирование микро- и наносистем
6. Спектроскопические и зондовые методы исследования наноструктур
7. Современные проблемы наноматериалов и нанотехнологий
8. Коллоидная химия

Вопросы к государственному экзамену

1. Физические свойства полупроводниковых соединений A_3B_5 , A_2B_6 , A_4B_6
2. Размерное квантование электронного газа. Условия наблюдения квантовых размерных эффектов.
3. Рассеяние электронов на ионизированных примесях. Технологические приемы, уменьшающие это рассеяние.
4. Баллистический транспорт в наноструктурах. Временной и пространственный overshoot. Условия реализации и наблюдения.
5. Низкоразмерный электронный газ в квантующем магнитном поле. Целочисленный квантовый эффект Холла.
6. Акустические и оптические ветви колебаний решетки.
7. Квантование колебаний решетки. Фононные состояния. Модель Эйнштейна. Модель Дебая. Оператор смещения узлов кристаллической решетки.
8. Колебательная энергия, решеточная теплоемкость твердых тел, закон Дебая, закон Дюлонга и Пти.

9. Определение закона дисперсии для фононов из экспериментов по однофононному рассеянию частиц на кристалле. Наиболее оптимальное для этой цели излучение.
10. Средне-квадратичное смещение узлов решетки (зависимость от температуры). Нулевые колебания, квантовые кристаллы.
11. Классификация методов синтеза наноматериалов. Формирование наноматериалов по механизму "сверху-вниз" Формирование наноструктуры. Формирование наноматериалов по механизму "снизу-вверх".
12. Механические свойства наносистем Дефекты в наноструктурированных материалах. Закон Холла-Петча. Деформационное упрочнение. Механизм пластической деформации наноматериалов. Пластичность и сверхпластичность.
13. Классификация наноструктур. Нульмерные наноструктуры. Одномерные наноструктуры. Двумерные наноструктуры. Методы получения тонких пленок. Кинетика и термодинамика процесса роста пленок. Механизмы роста пленок.
14. Процессы самосборки в наносистемах. Сверхкластеры. Консервативная самоорганизация. Диссипативная самоорганизация. Принцип Кюри. Соотношения взаимности Онсагера. Теорема Глансдорфа-Пригожина.
15. Магнитные свойства наносистем. Доменная структура. Суперпарамагнетизм. Энергия магнитной анизотропии. Анизотропия формы, механического напряжения, обменная. Перемагничивание однодоменных частиц.
16. Устройства микросистемной техники (MEMS), датчики, актюаторы, резонаторы, DMD (Digital Micromirror Devices, цифровые микрозеркальные устройства) и пр. Область применения, преимущества.
17. Эффекты масштаба на примере оценки времени записи бита в кантилеверной электромеханической ячейке памяти MEMS.
18. Микромеханические резонаторы радиочастотного диапазона. Эффекты масштаба на примере сравнения колебаний струны и микробалки. Механизмы диссипации энергии, способы уменьшения потерь. Сравнение добротности MEMS-резонаторов и LC-колебательных контуров.
19. Интегральные MEMS-акселерометры и гироскопы. Принцип действия и практическая реализация.
20. Тепловая инерция в MEMS-устройствах. Понятие тепловой ёмкости и теплового сопротивления.
21. Особенности взаимодействия сфокусированного электронного пучка с поверхностью твердого тела.
22. Конструкция фотоэлектронного спектрометра. Анализаторы энергии электронов. Химический сдвиг и фотоэлектронные спектры.
23. Конструкция Оже-спектрометра.
24. Пьезосканеры сканирующих зондовых микроскопов (СЗМ). Методы детектирования положения кантилевера.
25. Устройство и принципы работы туннельного сенсора. Режимы сканирования-постоянного тока и постоянной высоты в СТМ.
26. Устройство атомно-силового микроскопа (АСМ). Дальнодействующие и короткодействующие силы при взаимодействии микрозонда АСМ с поверхностью.

27. Магнитно-силовая микроскопия.
28. Методы визуализации СЗМ изображений. Цветовая шкала высот. Построение трехмерных изображений. Использование эффекта боковой подсветки.
29. Устройство и принципы работы сканирующего ближнепольного оптического микроскопа (СБОМ).
30. Сканирующие микроскопы Керра и Рамана.
31. Тубулярные наноструктуры. Углеродные нанотрубки. Структура углеродных нанотрубок. Механизмы роста нанотрубок. Синтез углеродных нанотрубок.
32. Двумерные наноструктуры. Методы получения тонких пленок. Осаждение пленок из газовой фазы. Механизмы роста пленок.
33. Физические методы осаждения пленок. Молекулярно-лучевая эпитаксия (МЛЭ).
34. Магнетронное распыление – общие принципы и приложения.
35. Импульсное лазерное осаждение (ИЛО, pulsed laser deposition - PLD).
36. Методы химического осаждения пленок. Химическое осаждение из газовой фазы. Прекурсоры.
37. Классификация методов синтеза наноматериалов. Методы механического диспергирования. Механосинтез. Типы и характеристики измельчающих устройств.
38. Методы получения наночастиц из паровой фазы: испарения-конденсации, высокочастотного индукционного нагрева. Термолиз.
39. Мезопористые алюмосиликаты для синтеза наноматериалов. Пористый оксид алюминия. Использование пористого оксида алюминия для синтеза нанокompозитов.
40. Методы разделения наночастиц по размеру: седиментации, электрофорез, размерно-селективного осаждения, молекулярных сит.
41. Оптическая литография, фоторезисты. Электронно-лучевая литография.
42. Зондовые методы нанолитографии: силовая, токовая. Локальное анодное окисление зондом АСМ. Нанопечатная литография (НПЛ).
43. Растровая электронная микроскопия (РЭМ) и особенности формирования изображения. Просвечивающая электронная микроскопия.
44. Медицина и здравоохранение в свете применения нанотехнологий и наноматериалов. Окружающая среда и энергетика – аспекты, связанные с нанотехнологиями..
45. Наноструктурные материалы для применений в медицине и технике. Наноструктурные материалы с эффектами памяти формы и сверхпластичности.
46. Флотация.
47. Коагуляция гидрофобных зольей электролитами, закономерности коагуляции, правило Шульце-Гарди
48. Электрокинетический потенциал наноматериалов. Методы измерения, устройство принцип действия соответствующих приборов.
49. Электрокинетические явления: электрофорез, электроосмос, потенциалы седиментации и протекания.

50. Двойной электрический слой на границе раздела фаз, причины его возникновения на поверхности частиц в дисперсных системах и на поверхности мембран.
51. Явление ползучести. Предел текучести, уравнение Шведова-Бингама. Прочность дисперсных структур, предельное напряжение сдвига.
52. Рассеяние света в коллоидных системах. Эффект Тиндаля. Уравнение Рэлея и условия его применимости.
53. Оптические методы исследования дисперсных систем, основанные на рассеянии и поглощении света в дисперсных системах: ультрамикроскопия, нефелометрия, спектрофотометрия, турбидиметрия, метод динамического светорассеяния.
54. Аэрозоли. Условия образования и методы получения. Устойчивость и разрушение аэрозолей.
55. Устойчивость лиофобных дисперсных систем: кинетическая и агрегативная, стабилизирующее действие двойных диффузных слоев ионов, адсорбционно-сольватные слои ПАВ как фактор сильной стабилизации.
56. Лиофильные и лиофобные системы. Критерий Ребиндера самопроизвольного диспергирования фаз.
57. Мицеллярные растворы. ККМ. Особенности изменения свойств растворов мицеллообразующих ПАВ с изменением их концентрации.
58. Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества. Свойства ПАВ и их классификация (по состоянию в растворах и по механизму действия).
59. Диффузия в коллоидных системах, закон Фика. Зависимость коэффициента диффузии от размеров частиц, закон Эйнштейна, уравнение Эйнштейна-Смолуховского.
60. Методы исследования нанодисперсных частиц и материалов. Оптическая микроскопия. Турбидиметрия и нефелометрия. Спектрофотометрия в УФ- и видимой области спектра. Устройство и принцип действия соответствующих приборов.

Литература

1. Шалимова К.В. Физика полупроводников, Лань, 2010. http://e.lanbook.com/books/element.php-pl1_id=648
2. Ансельм А.И. Введение в теорию полупроводников, Лань, 2008. <http://e.lanbook.com/books/71742>
3. Зегря Г.Г., Перель В.И. Основы физики полупроводников, Физматлит, 2009. http://e.lanbook.com/books/element.php-pl1_id=2371
4. Матухин, В.Л. Физика твердого тела. / В.Л. Матухин, В.Л. Ермаков. - СПб. : Лань, 2010. - 224 с. <http://e.lanbook.com/book/262>.
5. Брандт, Н.Б. Квазичастицы в физике конденсированного состояния. / Н.Б. Брандт, В.А. Кульбачинский. - М. : Физматлит, 2010. - 632 с. <http://e.lanbook.com/book/59598>.

6. Ансельм, А.И. Введение в теорию полупроводников. - СПб. : Лань, 2016. - 624 с. <http://e.lanbook.com/book/71742>.
7. Елисеев А.А., Лукашин А.В. Функциональные наноматериалы / Под ред. Ю.Д. Третьякова. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2010. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922111201.html>
8. Нанoeлектроника : учебное пособие / А.А. Щука ; под ред. А.С. Сигова. - Эл. изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 342 с. <http://znanium.com/catalog.php-bookinfo=366748>
9. Наноматериалы : учебное пособие / Д.И. Рыжонков, В.В. Лёвина, Э.Л. Дзидзигури. - 4-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. - 368 с. <http://znanium.com/catalog.php-bookinfo=542646>
10. Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий: методы и применение, под ред. У. Жу, Ж. Л. Уанга ; пер. с англ.-М.: Бином. Лаборатория знаний, 2013. - 582 с. http://e.lanbook.com/books/element.php-pl1_id=8689
11. Свищев, Г. М. Конфокальная микроскопия и ультрамикроскопия живой клетки / Г. М. Свищев - М. Физматлит, 2011.-120 с. http://e.lanbook.com/books/element.php-pl1_id=5292
12. Гусев, А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А. И. Гусев. Изд. 2-е, исправленное. - М.: Физматлит, 2009. - 416 с. http://e.lanbook.com/books/element.php-pl1_id=2173.
13. Головин, Ю.И. Основы нанотехнологий. - М.: Машиностроение, 2012. - 656 с. <http://e.lanbook.com/book/5793>.
14. Головин, Ю.И. Наномир без формул. - М.: 'Лаборатория знаний', 2015. - 545 с. http://e.lanbook.com/books/element.php-pl1_id=70736.
15. Ищенко, А.А. Нанокремний: свойства, получение, применение, методы исследования и контроля. / А.А. Ищенко, Г.В. Фетисов, Л.А. Асланов. - М.: Физматлит, 2011. - 648 с. <http://e.lanbook.com/book/5271>.
16. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии. 4-е изд., испр. и доп.- Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2010.-416 с. http://e.lanbook.com/books/element.php-pl1_cid=25&pl1_id=4027
17. Гельфман М.И. Ковалевич О. В. Юстратов В.П. Коллоидная химия. - 5-е стереот. изд. - Санкт-Петербург.: Лань, 2010. - 336 с. http://e.lanbook.com/books/element.php-pl1_cid=25&pl1_id=4029
18. Игнатов, А.Н. Микросхемотехника и наноэлектроника. СПб.: Лань, 2011. - 528 с. <http://e.lanbook.com/book/2035>.
19. Канева, И.И. Технология микро-и наноэлектроники. Технология материалов магнитоэлектроники. / И.И. Канева, С.В. Подгорная, В.Г. Андреев. - М. : МИСИС, 2011. - 161 с. <http://e.lanbook.com/book/47459>.
20. Шишкин, Г.Г. Нанoeлектроника. Элементы, приборы, устройства. / Г.Г. Шишкин, И.М. Агеев. - М. : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. - 411 с. <http://e.lanbook.com/book/66208>.
21. Электронные измерения в нанотехнологиях и микроэлектронике / Афонский А.А. Дьяконов В.П., ДМК Пресс, 2011, 688 с. http://e.lanbook.com/books/element.php-pl1_id=900.

22. Физические и химические основы нанотехнологий / Рамбиди Н.Г. Берёзкин А.В., Физматлит, 2009, 456 с. http://e.lanbook.com/books/element.php-pl1_id=2291.

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ НА ГОСУДАРСТВЕННОМ ЭКЗАМЕНЕ

Оцениваемые компетенции:

- способность проводить физико-математическое моделирование исследуемых процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники с использованием современных компьютерных технологий (ПК-1);
- готовность анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций (ПК-3)

Оценка **«отлично»** выставляется студенту, глубоко и прочно усвоившему программный материал, исчерпывающе, грамотно и логически стройно его излагающему, в свете которого тесно увязывается теория с практикой. При этом студент не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами контроля знаний, проявляет знакомство с монографической литературой, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами решения практических задач.

Оценка **«хорошо»** выставляется студенту, твердо знающему программный материал, грамотно и по существу излагающего его, который не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми приемами их решения.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется студенту, который имеет знания только основного материала, но не усвоил его детали, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения последовательности в изложении программного материала и испытывает трудности в выполнении практических заданий.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется студенту, который не усвоил значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большим затруднением решает практические задачи.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и с учетом рекомендаций ПрОПОП ВО по направлению подготовки 28.03.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника

Автор: зав. каф., д.ф.-м. н, Воронина Е. В.

Рецензент: доцент, к.ф.-м.н., Вагизов Ф.Г.

Программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии Института физики

Протокол № 7 от 23 мая 2017 г.

Председатель учебно-методической комиссии: зам. директора Института физики, к.ф.-м.н., доцент Недопекин О.В.