

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
Институт машиностроения, материалов и транспорта

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИММиТ


А.А. Попович

« 21 » октября 2020 г.

ПРОГРАММА

**вступительного испытания для поступающих в магистратуру
по направлению подготовки / образовательной программе
22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»
22.04.01_01 Материаловедение наноматериалов и компонентов
электронной техники**

Код и наименование направления подготовки / образовательной программы

Санкт-Петербург

2020

АННОТАЦИЯ

Программа содержит перечень тем (вопросов) по дисциплинам базовой части профессионального цикла учебного плана подготовки бакалавров по 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, вошедших в содержание билетов (тестовых заданий) вступительных испытаний в магистратуру.

Вступительное испытание оценивается по стобалльной шкале и состоит из двух блоков:

- междисциплинарного экзамена в объеме требований, предъявляемых государственными образовательными стандартами высшего образования к уровню подготовки бакалавра по направлению, соответствующему направлению магистратуры, проводимого очно в письменной или устной форме, или дистанционно (**максимальный балл – 60**);

- портфолио, требования к которому включаются в программу вступительного испытания по соответствующей образовательной программе (**максимальный балл – 40**).

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение междисциплинарного экзамена – 30 баллов (50%).

При проведении междисциплинарного экзамена в дистанционном формате или очно в письменной форме (с использованием электронных средств) формируется банк тестовых вопросов. Количество вопросов в тесте 21, из которых 20 тестовых вопросов с возможностью выбора варианта ответа и 1 вопрос, требующий развернутого ответа.

При проведении междисциплинарного экзамена очно в устной или письменной форме формируется банк билетов с вопросами, требующими развернутых ответов.

Руководитель ОП



С.В. Ганин

Составители:

доцент, к.х.н.

Е.В. Афанасьева

доцент, к.т.н.

Б.В. Черновец

профессор, д.х.н.

С.Е. Александров

Программа рассмотрена и рекомендована к изданию ученым советом ИММиТ
(протокол № 2 от «20» октября 2020 г.).

1. ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧЁННЫЕ В ПРОГРАММУ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ В МАГИСТРАТУРУ

- 1.1. Физическая химия
- 1.2. Методы измерения свойств материалов микросистемной техники
- 1.3. Технологии материалов и компонентов микроэлектроники
- 1.4. Физико-химические основы технологических процессов в микросистемной технике

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН

2.1. «Физическая химия»

Темы:

1. Первый закон термодинамики.
2. Термохимия.
3. Второй и третий законы термодинамики.
4. Характеристические функции.
5. Термодинамика реальных газов.
6. Фазовые равновесия и переходы.
7. Термодинамика растворов.
8. Химическое равновесие.
9. Термодинамика поверхностных явлений.
10. Основы статистической термодинамики.
11. Формальная кинетика и кинетика простых реакций.
12. Определение кинетических характеристик реакции.
13. Теоретические представления о механизме реакции.
14. Катализ.
15. Кинетика сложных реакций.
16. Электрохимия растворов.
17. Электрохимическая термодинамика.
18. Электрохимическая кинетика.

Литература для подготовки:

1. М.Х. Карапетьянц. Химическая термодинамика.- М.: Либроком, 2013.
2. Ю.Д.Гамбург. Химическая термодинамика: учебное пособие - М.: Лаборатория знаний, 2016.
(http://aldebaran.ru/author/d_gamburg_yu/kniga_himicheskaya_termodinamika/)
3. И.А. Семиохин. Физическая химия: Учебник. — Изд-во МГУ, 2001. — 272 с.
4. А.Г. Морачевский. Физическая химия. Поверхностные явления и дисперсные системы. СПб.: Лань, 2015, - 160 с.
5. А.Г. Морачевский, Е.Г.Фирсова. Физическая химия. Гетерогенные системы. СПб.: Лань, 2015, - 192 с.

2.2. «Методы измерения свойств материалов микросистемной техники»

Темы:

1. Классификация материалов по составу, свойствам, техническому назначению.
2. Классификация свойств материалов. Общие и специфические требования к материалам в зависимости от назначения.
3. Люминесцентные свойства материалов.
4. Особенности люминесценции наноматериалов.
5. Механические свойства. Критерии прочности, надежности, долговечности.
6. Механические свойства. Виды механических испытаний (краткая характеристика с примерами).
7. Механические свойства (Испытания на растяжение, на сжатие, на кручение, на изгиб).
8. Механические свойства. Испытания на длительную прочность и ползучесть.
9. Механические свойства. Динамические испытания.
10. Механические свойства. Циклические испытания.
11. Твердость, микротвердость материалов. Определение и методы их измерения.
12. Механические свойства наноматериалов.

- 13.Общая характеристика процесса измерений. Виды и методы измерений. Физические величины, единицы измерения. Погрешность измерений.
- 14.Макро- и микроструктура материалов. Оптическая микроскопия.
- 15.Сканирующая электронная микроскопия.
- 16.Просвечивающая электронная микроскопия.
- 17.Зондовые методы исследования материалов. Сканирующая туннельная микроскопия. Атомная силовая микроскопия.
- 18.Методы измерения среднего размера зерна.
- 19.Оптические материалы. Виды, классификация, свойства.
- 20.Оптические свойства материалов (поглощение, пропускание, отражение) и методы их измерения.
- 21.Статическое и динамическое светорассеяние для определения среднего размера частиц.
- 22.Методы измерения теплопроводности.
- 23.Методы определения плотности материалов.
- 24.Дифференциальный термический анализ.
- 25.Термогравиметрический анализ.
- 26.Измерение диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь.

Литература для подготовки:

1. Колмаков А.Г., Терентьев В. Ф., Бакиров М. Б. Методы измерения твердости. – 2000.
2. Ефимов А.М. Оптические свойства материалов и механизмы их формирования //СПб: СПбГУИТМО. – 2008.
3. Методы исследования материалов и процессов [Текст] : методические указания для самостоятельной работы для студентов бакалавриата направления 22.03.01 / М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. образования Санкт-Петербургский горный ун-т, Каф. материаловедения и технологии художественных изделий ; [сост. Л. Г. Борисова]. - Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский горный ун-т, 2016. - 63 с.
4. Механические свойства металлов. Пластическая деформация и рекристаллизация : методическое пособие к мультимедийному учебное издание / Л. Г. Петрова, О. В. Чудина, А. В. Остроух ; Московский

автомоб.-дор. ин-т (Гос. техн. ун-т). - Москва : МАДИ(ГТУ), 2007. - 46 с.;
320 см.

2.3. «Технологии материалов и компонентов микроэлектроники»

Темы:

1. Классификация материалов электронной техники.
2. Классификация полупроводниковых материалов.
3. Выращивание кристаллов из жидкой фазы.
4. Выращивание кристаллов из газообразной фазы.
5. Легирование полупроводниковых материалов.
6. Монокристаллические пленки.
7. Технология получения простых полупроводников.
8. Технология получения полупроводниковых химических соединений.
9. Классификация диэлектриков.
10. Технология диэлектриков.
11. Технология проводниковых материалов.
12. Технология магнитных материалов.
13. Удаление вещества с поверхности твердого тела и разделение его на части (механическая, физическая, химическая обработка).
14. Методы локализации травления (Фотолитография. Другие методы литографии. Травления через маску. Методы безмасочной локализации травления).
15. Управление составом и структурой твердого тела (Диффузионное легирование. Ионное внедрение. Сплавление (вплавление)).
16. Получение пленок (Вакуумное термическое напыление. Ионно-плазменное распыление. Газофазное осаждение. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Химическое осаждение из газовой фазы. Молекулярное наслаивание. Золь-гель метод).
17. Технология неорганических стекол.
18. Технология ситаллов.
19. Технология получения керамических материалов.
20. Основы методов формирования поверхностных наноструктур за счет самоупорядочения.
21. Классификация веществ по степени чистоты.
22. Способы характеристики содержания примесей в веществе.

23. Правила работы с особочистыми веществами.
24. Методы очистки твердых веществ.
25. Методы очистки газов.
26. Методы очистки жидкостей.
27. Химические методы получения наноматериалов.

Литература для подготовки:

1. Технология полупроводниковых приборов и изделий микроэлектроники: М.: Высшая школа, 1989
2. Чистяков Ю.Д., Райнова Ю.П. Физико-химические основы технологии микроэлектроники: М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010
3. [Электронный ресурс] Захарова И.Б. Физические основы микро- и нанотехнологий, 2010. URL: <http://elib.spbstu.ru/dl/2473.pdf>
4. Ефимов И.Е., Козырь И.Я. Основы микроэлектроники: Москва: Высш. шк., 1983.

2.4. «Физико-химические основы технологических процессов в микросистемной технике»

Темы:

1. Идеальные растворы. Предельно разбавленные растворы, атермальные и регулярные растворы.
2. - Квазихимическая теория растворов.
3. - Закон Рауля. Отклонения от закона Рауля.
4. - Законы Коновалова. Азеотропные жидкости.
5. - Термодинамические и корреляционные методы оценки равновесного коэффициента распределения на границе "жидкость-твердое"
6. - Ретроградная растворимость.
7. - Термодинамическая оценка границ областей гомогенности для равновесий "жидкость-твердое"
8. - Анализ изобарических разрезов типичной Р-Т-Х диаграммы состояния системы, содержащей летучий компонент.
9. - Проекция линий трехфазного равновесия Р-Т-Х диаграммы состояния и их применение для выбора условий синтеза полупроводниковых соединений.
- 10.- Термодинамика процессов гомогенного зародышеобразования.

- 11.- Термодинамика процессов гетерогенного зародышеобразования.
- 12.- Кинетика процессов зародышеобразования.
- 13.- Молекулярно-кинетическая теория роста кристаллов.
- 14.- Основы теории нормального роста кристаллов.
- 15.- Основы теории послыного роста кристаллов.
- 16.- Влияние примесей и градиентов температур при росте кристаллов из расплавов. Концентрационное переохлаждение.
- 17.- Последовательность стадии гетерогенного процесса. Понятие лимитирующей стадии.
- 18.- Мономолекулярная адсорбция. Изотерма адсорбции Ленгмюра.
- 19.- Теория полимолекулярной адсорбции БЭТ.
- 20.- Основные различия хемосорбции и физической адсорбции
- 21.- Теория капиллярной конденсации.
- 22.- Молекулярная дистилляция и сублимация.
- 23.- Зависимость скорости дистилляции от давления в системе.
- 24.- Общая характеристика метода химических транспортных реакций.
Направление транспорта. Процессы определяющие скорость транспорта.
- 25.- Методика расчета скорости процессов химического транспорта.
- 26.- Последовательность событий при химическом осаждении из газовой фазы в проточной системе. Классификация основных типов лимитирующих стадий.
- 27.- Кинетические закономерности процессов осаждения пленок из газовой фазы в реакторах пониженного давления.
- 28.- Сущность процессов молекулярного наслаивания, их преимущество и недостатки по сравнению с другими технологиями получения пленок.

Литература для подготовки:

1. Крапухин В.В., Соколов И.А., Кузнецов Г.Д. Физико-химические основы технологии полупроводниковых материалов: М.: Металлургия, 1982.
2. Глазов В.М., Павлова Л.М. Химическая термодинамика и фазовые равновесия: Москва: Металлургия, 1988.

3. ПРИМЕР ТЕСТОВОГО ЗАДАНИЯ

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Институт машиностроения, материалов и транспорта

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОП

_____ С.В. Ганин

« _____ » _____ 20__ г.

ВСТУПИТЕЛЬНОЕ ИСПЫТАНИЕ

по образовательной программе

22.04.01_01 Материаловедение наноматериалов и компонентов

электронной техники

Код и наименование направления подготовки / образовательной программы

1. Примеры тестовых вопросов (балл каждого вопроса – 2):

а. Какой из методов наиболее широко применяется для выращивания монокристаллов кремния диаметром более 150 мм?

1. бестигельная зонная плавка
2. метод Киропулоса
3. метод Чохральского
4. пересублимация

б. Какие вещества относят к проводникам второго рода:?

1. электролиты
2. твердые металлы
3. металлические расплавы

4. естественно-жидкие металлы

в. Какими методами в основном получают тонкие эпитаксиальные слои полупроводниковых материалов?

1. молекулярно лучевой эпитаксией или газофазной эпитаксией
2. жидкофазной или газофазной эпитаксией
3. молекулярным наслаиванием или жидкофазной эпитаксией
4. молекулярно лучевой эпитаксией или молекулярным наслаиванием.

2. Примеры описательного вопроса в тесте (максимальный балл – 20):

- Что подразумевается под термином "нанотехнология"?
- Сущность понятия "наноматериалы"
- Основные типы технологических процессов, используемых при изготовлении изделий микроэлектроники и микросистемной техники.

3. Примеры вопросов билета (максимальный балл – 60)

1. Основы получения пленок химическим осаждением из газовой фазы.
2. Сущность процессов молекулярного наслаивания, их преимущество и недостатки по сравнению с другими технологиями получения пленок.
3. Зондовые методы исследования наноматериалов: сканирующая туннельная микроскопия.
4. Методы измерения теплопроводности.
5. Термодинамика поверхностных явлений.

4. ТРЕБОВАНИЯ К ПОРТФОЛИО ПОСТУПАЮЩЕГО

Портфолио предоставляется в полном объеме **не позднее чем за один рабочий день** до междисциплинарного экзамена.

В портфолио указываются достижения поступающего в научной и образовательной областях, в интеллектуальных и (или) творческих конкурсах, соответствующие образовательной программе направления подготовки **22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»**.

Документы, подтверждающие достижения поступающего предоставляются в виде электронного образа документа в формате PDF (Portable Document Files) или JPEG. Электронный образ документа должен обеспечивать визуальную идентичность его бумажному оригиналу.

Качество представленных электронных образов документов должно позволить в полном объеме прочитать текст документа. Если бумажный документ состоит из двух или более листов, электронный образ такого бумажного документа формируется в виде одного файла.

№	Наименование достижения	Подтверждающий документ	Количество баллов
1	Эссе, в котором отражены следующие моменты: - тема дипломного проекта бакалавра; - научные интересы; - наиболее важные предметы, освоенные в бакалавриате; - опыт участия в научных проектах/грантах/ инициативных НИР в качестве исполнителя и/или руководителя (указывается тема, сроки, финансирование (при наличии), основные достигнутые результаты); - уровень владения английским языком и навыки написания статей на англ.; - навыки компьютерного моделирования (с указанием освоенных программ); - опыт работы или стажировок на профильных предприятиях (с указанием названия предприятия,	Эссе	1-10

	сроков работы, должности, тематики занятости); - участие в научных школах в РФ, и подтверждающие документы (при наличии) согласно перечню:		
1.1	Статьи, индексируемые в Scopus (количество статей суммируется)	ссылка на публикацию на сайте https://www.scopus.com	4
1.2	Статьи, индексируемые в РИНЦ (количество статей суммируется)	ссылка на публикацию на сайте https://elibrary.ru/	2
1.3	Наличие статуса победителя (личное или командное первенство) международных, всероссийских, региональных студенческих олимпиад	диплом победителя (в случае командного первенства в дипломе должны быть перечислены все участники команд)	2
1.4	Наличие статуса призера (личное или командное первенство) международных, всероссийских, региональных студенческих олимпиад	диплом призера (в случае командного первенства в дипломе должны быть перечислены все участники команды)	4
1.5	Наличие статуса победителя международного инженерного чемпионата «Case-in»	диплом победителя	3
1.6	Диплом за победу в конкурсах кейсов, научных проектов, чемпионатах, научных играх и т.д.	диплом победителя	3
1.7	Наличие статуса призера международного инженерного чемпионата «Case-in»	диплом призера	3
1.8	Наличие именного сертификата ФИЭБ	сертификат ФИЭБ	4
1.9	Наличие статуса победителя Школы магистров СПбПУ	диплом победителя	8
1.10	Наличие статуса победителя или призера отраслевых студенческих олимпиад	диплом победителя или призера (в случае командного первенства в дипломе должны быть перечислены все участники команды)	3
1.11	Сертификат, подтверждающий владение иностранным языком	сертификат	8
1.12	Наличие международных стажировок, включая международные научные школы	документ о прохождении стажировки	6
1.13	Документ, подтверждающий очное участие в научной конференции	сертификат участника или статья в сборнике конференции.	3
1.14	Диплом победителя научной конференции / выставки	диплом победителя	5
1.15	Документы, подтверждающие получение повышенной стипендии (Президента, Правительства РФ, Ученого совета университета, за учебную, научную и др. виды деятельности) при обучении по	Копии приказов о назначении на стипендию	4

	образовательным программам бакалавриата		
1.16	Наличие нагрудного знака «отличник учебы»:	Копия удостоверения	4

Сумма баллов, начисленных поступающему за портфолио, не может быть более 40 баллов.

В случае предоставления недостоверной информации и/или работы, содержащей неправомерные заимствования (плагиат), либо работы, выполненные иным лицом, поступающий несет ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации. При этом в случае установления данных фактов, приемная комиссия вправе выставить поступающему низший балл за портфолио – 0 (ноль) баллов.

Баллы, начисленные за портфолио, включаются в сумму баллов вступительного испытания.

После проведения междисциплинарного экзамена абитуриента информируют о результатах вступительного испытания. Итоговая сумма баллов вступительного испытания не может превышать 100 баллов.