

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Физический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Декан физического факультета

_____ О.Н. Чайковская

" ____ " _____ 2016 г.

Рабочая программа дисциплины
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ГЛАВЫ ТЕОРИИ РОСТА КРИСТАЛЛОВ

Направление подготовки
03.04.02 – Физика

Магистерская программа
«Фундаментальная и прикладная физика»

Квалификация (степень) выпускника
Магистр

Форма обучения
Очная

Томск–2016

1. Код и наименование дисциплины

В.7.7 Дополнительные главы теории роста кристаллов.

2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Относится к вариативной части блока Б1, модуль "Физика полупроводников. Микроэлектроника".

3. Год/годы и семестр/семестры обучения

Дисциплина изучается на первом году обучения во втором семестре.

4. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия.

Наличие у студента компетенций, сформированных при освоении дисциплин: Термодинамика и статистическая физика, Физическая химия, Кристаллография, Термодинамика материалов, Кинетика фазовых переходов, Теория роста кристаллов. Требуется знание английского языка для чтения научной и учебной литературы по предмету.

5. Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа, из которых 24 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа), 48 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

6. Формат обучения

Очная

7. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
ОПК-6, I уровень	З(ОПК-6) –I ЗНАТЬ: современные проблемы физики, основные методы и методики научно-исследовательской работы. У(ОПК-6) –I УМЕТЬ: осмысливать информацию и делать обоснованные выводы из новой научной и учебной литературы для использования в научно-исследовательской работе. В(ОПК-6) –I ВЛАДЕТЬ: навыками работы с научной и учебной литературой.
ПК-2, I уровень	З(ПК-2) –I ЗНАТЬ: разделы физики, составляющие фундамент современной науки и техники, необходимые для решения научно-инновационных задач. У(ПК-2) –I УМЕТЬ: анализировать различные способы решения научно-инновационных задач. В(ПК-2) –I ВЛАДЕТЬ: разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач.
ПК-3, I уровень	З(ПК-3) –I ЗНАТЬ: методы и методические подходы анализа, синтеза, оптимизации и прогнозирования качества исследования теоретических и экспериментальных моделей объектов

	<p>профессиональной деятельности в выбранной области физики. У(ПК-3) –I УМЕТЬ: анализировать сильные и слабые стороны принятых решений, прогнозировать качество исследований теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в выбранной области исследования. В (ПК-3) –I ВЛАДЕТЬ: навыками анализа, синтеза, оптимизации и прогнозирования качества исследования теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в выбранной области физики.</p>
--	--

8. Содержание дисциплины и структура учебных видов деятельности

Таблица 8.1

№	Наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа		Самостоятельная работа (час.)
			Лекции	Практические занятия	
1	Кинетика начальной стадии роста и проблема устойчивости поверхности при МЛЭ.	30	10		20
2	Формирование двумерных и одномерных наноструктур.	24	8		16
3	Самоорганизация 3D островков (квантовых точек) при гетероэпитаксии.	18	6		12
	Итого	72	24		48

Содержание разделов дисциплины

Таблица 8.2

№	Раздел дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1	Кинетика начальной стадии роста и проблема устойчивости поверхности при МЛЭ.	Молекулярно-лучевая эпитаксия как метод прямого получения (самоорганизации) наноструктур. Современные методы исследования поверхностных процессов и их возможности. Кинетика субмонослойного роста при гомоэпитаксии. Кинетические уравнения и скейлинговые теории. Зависимость плотности двумерных островков от температуры и скорости роста. Распределение островков по размерам. Переход от 2D к 3D росту при гомоэпитаксии. Описание перехода к многоуровневому росту в модели Терсоффа. Статистические теории. Роль флуктуаций. Проблема устойчивости системы вицинальных ступеней. Эшелонирование и неустойчивость формы ступеней. Роль барьера Швобеля и упругого взаимодействия ступеней.
2	Формирование двумерных и одномерных наноструктур.	Формирование латеральных сверхрешеток. Влияние шероховатости поверхности и механизма роста на резкость границы раздела слоев. Использование метода синхронизации зарождения двумерных островков для подавления перехода к многоуровневому росту. Выращивание дельта-легированных слоев. Поверхностная сегрегация примеси. Вертикальные-

		ориентированные нитевидные нанокристаллы. Рост по механизму ПЖК в условиях МЛЭ.
3	Самоорганизация 3D островков (квантовых точек) при гетероэпитаксии.	Переход от 2D к 3D росту при гетероэпитаксии по механизму Странского-Крастанова. Континуальные и атомистические модели формирования упруго-напряженных когерентных 3D островков (квантовых точек). Эволюция формы 3D островков на примере системы Ge/Si. Hut, dom и superdom-кластеры. Пути минимизации разброса островков по размеру. Многослойные гетероструктуры с квантовыми точками.

9. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

- основная и дополнительная учебная литература (см. Ресурсное обеспечение);
- информационные ресурсы в сети Интернет (см. Ресурсное обеспечение);
- набор задач и методических рекомендаций для практических занятий;
- перечень контрольных вопросов.

Для эффективного освоения дисциплины студентам рекомендуется:

- после лекции просмотреть и обдумать текст конспекта (15 минут);
- накануне следующей лекции вспомнить материал предыдущей (15 минут);
- изучение теоретического материала по учебнику и конспекту (1 час в неделю);
- подготовка к практическому занятию (2 часа в неделю);
- работа с литературой в библиотеке (1 час в неделю).

10. Форма промежуточной аттестации и фонд оценочных средств, включающий:

- Перечень компетенций выпускников образовательной программы, в формировании которых участвует дисциплина, и их карты: см. ФОС к дисциплине.
- Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций: см. ФОС к дисциплине.
- Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения: см. ФОС к дисциплине.
- Промежуточная аттестация проводится в форме устного зачета.

11. Ресурсное обеспечение

Основная литература

1. Dubrovskii V.G. Nucleation Theory and Growth of Nanostructures / V.G. Dubrovskii. – Springer: Heidelberg - New York – Dordrecht - London, 2014. – 601 p.
2. Владимиров Г.Г. Физика поверхности твердых тел / Г.Г. Владимиров. - Издательство "Лань", 2016. - 352 с.
3. Misbah C., Pierre-Louis O., Saito Y. Crystal surfaces in and out of equilibrium: A modern view / C. Misbah, O. Pierre-Louis, Y. Saito// Rev. Mod. Phys. – 2010. - V.82. – P.981 - 1040.

Дополнительная литература

1. Введение в физику поверхности / К. Оура, В. Г. Лифшиц, А. А. Саранин [и др.] - М: Наука, 2006. – 490 с.

2. Voigtländer B. Fundamental processes in Si/Si and Ge/Si epitaxy studied by scanning tunneling microscopy during growth // Surf. Sci. Rep. - 2001. - V. 43. - P.127-254.
3. Evans J.W., Thiel P.A., Bartelt M.C. Morphological evolution during epitaxial thin film growth: Formation of 2D islands and 3D mounds / J.W. Evans, P.A. Thiel, M.C. Bartelt // Surf. Sci. Rep. — 2006. — V.61. — P.1–128.
4. Латышев А.В., Асеев А.Л.. Моноатомные ступени на поверхности кремния. Новосибирск: Из-во СО РАН, 2006.
5. Pelliccione M., Lu T.-M. Evolution of thin film morphology. Modeling and simulations. / M. Pelliccione, T.-M. Lu. – Springer series in materials science, 108. – Springer, 2008. – 210 p.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет

1. Электронный каталог НБ ТГУ (<http://chamo.lib.tsu.ru>)
2. Электронно-библиотечная система Лань (<https://e.lanbook.com/>)
3. Научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru>)

Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

1. Мультимедиа презентации с использованием пакетов MS Office и OpenOffice.
2. Библиографические базы данных SCOPUS и ISI Web of Science.
3. Электронный каталог НБ ТГУ
4. Поисковая система Google Scholar

Описание материально-технической базы

Мультимедийное оборудование физического факультета ТГУ, компьютерный класс с доступом в интернет, информационные ресурсы НБ ТГУ.

12. Язык преподавания

Русский

13. Преподаватель (преподаватели)

Автор: дфмн, доцент Эрвье Юрий Юрьевич

Рецензент доцент Саркисов С.Ю.

Программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии физического факультета 30.06.2016 года, протокол № 6 - 16.

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:

Декан ФФ

_____ О.Н. Чайковская

«_____» _____ 2016 г.

Фонд оценочных средств
для изучения учебной дисциплины

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ГЛАВЫ ТЕОРИИ РОСТА КРИСТАЛЛОВ

Направление подготовки
03.04.02 – Физика

Магистерская программа
«Фундаментальная и прикладная физика»

Квалификация (степень) выпускника
Магистр

Форма обучения
Очная

1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы, в формировании которых участвует дисциплина

- ОПК-6 (I уровень): Способность использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе.
- ПК-2 (I уровень): Способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности.
- ПК-3 (I уровень): Способность принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технической деятельности.

Карты компетенций

Шифр и название КОМПЕТЕНЦИИ:

ОПК-6 (I уровень): Способность использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

Тип КОМПЕТЕНЦИИ:

Общепрофессиональная компетенция выпускника программы магистратуры по направлению подготовки 03.04.02 Физика.

Для того чтобы формирование данной компетенции было возможно, обучающийся, приступивший к освоению программы магистратуры, должен:

- **ЗНАТЬ:** специфику научного знания, современные проблемы физики, приемы самообразования.
- **УМЕТЬ:** приобретать систематические знания в выбранной области физики, анализировать возникающие в процессе научного исследования проблемы с точки зрения современных научных парадигм, осмысливать и делать обоснованные выводы из новой научной и учебной литературы.
- **ВЛАДЕТЬ:** навыками научного анализа и методологией научного подхода в научно-исследовательской и практической деятельности.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ (ОПК-6-1) И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
<p>ЗНАТЬ: современные проблемы физики, основные методы и методики научно-исследовательской работы.</p> <p>Шифр: З (ОПК-6) -1</p>	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания современных проблем физики, основных методов и методик научно-исследовательской работы	Неполные знания современных проблем физики, основных методов и методик научно-исследовательской работы	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания современных проблемы физики, основных методов и методик научно-исследовательской работы	Сформированные и систематические знания современных проблем физики, основных методов и методик научно-исследовательской работы
<p>УМЕТЬ: осмысливать информацию и делать обоснованные выводы из новой научной и учебной литературы для использования в научно-исследовательской работе</p> <p>Шифр: У (ОПК-6) -1</p>	Отсутствие умений	Фрагментарное следование основным принципам выбора методов ведения научно-исследовательской работы	В целом успешное, но не систематическое следование основным принципам выбора методов ведения научно-исследовательской работы	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение выбирать эффективные методы ведения научно-исследовательской работы	Успешное и систематическое следование принципам выбора эффективных методов ведения научно-исследовательской работы
<p>ВЛАДЕТЬ: навыками работы с научной и учебной литературой</p> <p>Шифр: В (ОПК-6) -1</p>	Не владеет	Фрагментарное владение понятийным аппаратом, не владеет навыками научного анализа при работе с научной и учебной литературой	В целом успешное, но не систематическое применение навыков научного анализа при работе с научной и учебной литературой, нуждается в помощи преподавателя или научного руководителя	Владеет навыками приобретения умений и знаний при работе с научной и учебной литературой	Свободно владеет понятийным аппаратом и навыками научного анализа научной и учебной литературой

Шифр и название КОМПЕТЕНЦИИ:

ПК-2 (I уровень): Способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

Тип КОМПЕТЕНЦИИ:

Профессиональная компетенция выпускника программы магистратуры по направлению подготовки 03.04.02 Физика.

Для того чтобы формирование данной компетенции было возможно, обучающийся, приступивший к освоению программы магистратуры должен:

- **ЗНАТЬ:** разделы физики, составляющими фундамент современной науки и техники, необходимые для решения научно-инновационных задач.
- **УМЕТЬ:** анализировать различные способы решения научно-инновационных задач.
- **ВЛАДЕТЬ:** разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ (ПК-2-1) И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
ЗНАТЬ: разделы физики, составляющие фундамент современной науки и техники, необходимые для решения научно-инновационных задач Шифр З (ПК-2)-1	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о разделах физики, составляющих фундамент современной науки и техники	Неполные представления о разделах физики, составляющих фундамент современной науки и техники.	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о разделах физики, составляющих фундамент современной науки и техники	Сформированные систематические представления о разделах физики, составляющими фундамент современной науки и техники
УМЕТЬ: анализировать различные способы решения научно-инновационных задач Шифр: У (ПК-2)-1	Отсутствие умений	Фрагментарное умение анализировать различные способы решения научно-инновационных задач	В целом успешное, но не систематическое умение анализировать различные способы решения научно-инновационных задач	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение анализировать различные способы решения научно-инновационных задач	Сформированное умение анализировать различные способы решения научно-инновационных задач
ВЛАДЕТЬ: разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач Шифр: В (ПК-2) -1	Отсутствие навыков	Фрагментарное владение разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач	В целом успешное, но не систематическое владение разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач	Успешное и систематическое использование разделов физики, необходимых для решения научно-инновационных задач

Шифр и название КОМПЕТЕНЦИИ:

ПК-3 (I уровень): Способность принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технической деятельности.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

Тип КОМПЕТЕНЦИИ:

Профессиональная компетенция выпускника программы магистратуры по направлению подготовки 03.04.02 Физика.

Для того чтобы формирование данной компетенции было возможно, обучающийся, приступивший к освоению программы магистратуры, должен:

- **ЗНАТЬ:** методы и методические подходы анализа, синтеза, оптимизации и прогнозирования качества исследования теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в выбранной области физики.
- **УМЕТЬ:** анализировать альтернативные методы и методические подходы анализа, синтеза, оптимизации и прогнозирования качества исследования теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в выбранной области физики и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов.
- **ВЛАДЕТЬ:** навыками анализа, синтеза, оптимизации и прогнозирования качества исследования теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в выбранной области физики.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ (ПК-3-1) И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
ЗНАТЬ: методы и методические подходы анализа, синтеза, оптимизации и прогнозирования качества исследования теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в выбранной области физики Шифр: 3 (ПК-3) -1	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания методов и методических подходов анализа, синтеза, оптимизации и прогнозирования качества исследования теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в выбранной области физики	Недостаточные знания методов и методических подходов анализа, синтеза, оптимизации и прогнозирования качества исследования теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в выбранной области физики	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания методов и методических подходов анализа, синтеза, оптимизации и прогнозирования качества исследования теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в выбранной области физики	Сформированные и систематические знания особенностей методов и методических подходов анализа, синтеза, оптимизации и прогнозирования качества исследования теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в выбранной области физики
УМЕТЬ: анализировать сильные и слабые стороны принятых решений, прогнозировать качество исследований теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в выбранной области исследования	Отсутствие умений	Фрагментарное умение анализировать альтернативные методы и методические подходы анализа, синтеза, оптимизации и прогнозирования качества исследования теоретических и экспериментальных	В целом успешное, но не систематическое умение анализировать альтернативные методы и методические подходы анализа, синтеза, оптимизации и прогнозирования	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение анализировать альтернативные методы и методические подходы анализа, синтеза, оптимизации и прогнозирования качества исследования теоретических и	Успешное и систематическое умение анализировать альтернативные методы и методические подходы анализа, синтеза, оптимизации и прогнозирования качества исследования теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в выбранной

Шифр: У (ПК-3) -1		моделей объектов профессиональной деятельности в выбранной области физики	качества исследования теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в выбранной области физики	экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в выбранной области физики	области физики
<p>ВЛАДЕТЬ:</p> <p>навыками анализа, синтеза, оптимизации и прогнозирования качества исследования теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в выбранной области физики</p> <p>Шифр: В (ПК-3) -1</p>	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков анализа, синтеза, оптимизации и прогнозирования качества исследования теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в выбранной области физики	В целом успешное, но не систематическое применение навыков анализа, синтеза, оптимизации и прогнозирования качества исследования теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в выбранной области физики	В целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков анализа, синтеза, оптимизации и прогнозирования качества исследования теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в выбранной области физики	Успешное и систематическое применение навыков анализа, синтеза, оптимизации и прогнозирования качества исследования теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в выбранной области физики

3. Паспорт фонда оценочных средств

№	Контролируемые разделы дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Кинетика начальной стадии роста и проблема устойчивости поверхности при МЛЭ. Формирование двумерных и одномерных наноструктур. Самоорганизация 3D островков (квантовых точек) при гетероэпитаксии.	З(ОПК-6)-I З(ПК-2)-I З(ПК-3)-I	- Устный опрос - Зачет
2	Кинетика начальной стадии роста и проблема устойчивости поверхности при МЛЭ. Формирование двумерных и одномерных наноструктур. Самоорганизация 3D островков (квантовых точек) при гетероэпитаксии.	У(ОПК-6)-I У(ПК-2)-I У(ПК-3)-I	- Устный опрос - Зачет
3	Кинетика начальной стадии роста и проблема устойчивости поверхности при МЛЭ. Формирование двумерных и одномерных наноструктур. Самоорганизация 3D островков (квантовых точек) при гетероэпитаксии.	В(ОПК-6)-I В(ПК-2)-I В(ПК-3)-I	- Устный опрос - Зачет

4. Оценочные средства

4.1. Контрольные вопросы

1. Кинетика образования зародышей 2D островков. Кинетические уравнения и кинетические коэффициенты. Формула Венейбла.
2. Гипотеза подобия (скейлинга) в моделях субмонослойной стадии роста на сингулярной поверхности.
3. Кинетика образования зародышей 2D островков при анизотропной поверхностной диффузии и при наличии барьера для присоединения адатома к 2D островку.
4. Кинетические Монте-Карло модели образования 2D островков. Распределение 2D островков по размерам.
5. Особенности кинетики начальной стадии роста на реконструированных поверхностях кремния.
6. Переход к многоуровневому росту в модели среднего поля. Критический радиус островка.
7. Роль флуктуаций времени образования зародыша на вершине 2D островка. Статистическая теория перехода к многоуровневому росту.
8. Эшелонирование и неустойчивость формы вицинальных ступеней. Роль асимметрии встраивания адатомов и упругого взаимодействия ступеней.
9. Эшелонирование ступеней при сублимации и росте кремния в условиях нагрева подложки постоянным электрическим током.
10. Термодинамика и кинетика влияния сурфактантов на переход от 2D к 3D росту.
11. Кинетика захвата примеси ступенями и формирование переходной концентрационной области легирования. Дельта-легирование.
12. Модели роста вертикально-ориентированных нитевидных нанокристаллов при кристаллизации по механизму пар-жидкость-кристалл.

13. Термодинамические модели формирования когерентных 3D островков при гетероэпитаксии по механизму Странского-Крастанова.
14. Кинетические модели начальной стадии формирования когерентных 3D островков.
15. Механизмы увеличения однородности размеров 3D островков при использовании структурированной поверхности и при облучении низкоэнергетическими ионами.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков

5.1. Текущие аттестации

Текущая аттестация включает

- устные опросы по разделам курса.

Контрольные вопросы к промежуточной аттестации приведены в п. 4.1. Оценка при текущей аттестации формируется на основании критериев оценивания из соответствующих карт компетенций в соответствии с таблицей 5.1.

Таблица 5.1

Оценка	Критерий оценивания из карты компетенций		
	З(ОПК-6)-I З(ПК-2)-I З(ПК-3)-I	У(ОПК-6)-I У(ПК-2)-I У(ПК-3)-I	В(ОПК-6)-I В(ПК-2)-I В(ПК-3)-I
Аттестован	4÷5	3÷5	3÷5
Не аттестован	Все остальные варианты		

5.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в виде устного зачета. К зачету допускаются студенты, успешно прошедшие все текущие аттестации. Контрольные вопросы к зачету приведены в п. 4.1. Оценка результатов зачета формируется на основании критериев оценивания из соответствующих карт компетенций в соответствии с таблицей 5.2:

Таблица 5.2

Оценка	Критерий оценивания из карты компетенций		
	З(ОПК-6)-I З(ПК-2)-I З(ПК-3)-I	У(ОПК-6)-I У(ПК-2)-I У(ПК-3)-I	В(ОПК-6)-I В(ПК-2)-I В(ПК-3)-I
Зачтено	4÷5	3÷5	3÷5
Не зачтено	Все остальные варианты		