

Программа утверждена на заседании  
Ученого Совета химического факультета  
МГУ имени М.В. Ломоносова  
Протокол № 4 от 3 июня 2015г.

### Рабочая программа дисциплины

1. Код и наименование дисциплины **Современные методы анализа поверхности, тонких пленок и низкоразмерных структур**
2. Уровень высшего образования – подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре
3. Направление подготовки 04.06.01 Химические науки.  
Направленность (профиль) программы Аналитическая химия специальность по перечню ВАК 02.00.02
4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП  
Вариативная часть ООП, тип дисциплины «д» - дисциплина (модуль), которую учащийся может освоить на выбор из списка предложенных (электив) и не обязательно в период обучения, отмеченный в базовом учебном плане (2 год обучения).
5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

<b>Формируемые компетенции (код компетенции)</b>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)</b>
<i>УК-1</i> способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	<i>В1 (УК-1)</i> <b>Владеть</b> навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
<i>УК-2</i> способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на ос-	<i>З1 (УК-2)</i> <b>Знать</b> методы научно-исследовательской деятельности

нове целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки	<i>B2 (УК-2) Владеть</i> технологиями планирования в профессиональной деятельности в сфере научных исследований
<i>ОПК-1</i> способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	<i>32 (ОПК-1) Знать</i> физические принципы, лежащие в основе современных физико-химических методов исследования веществ и материалов, а также возможности, достоинства и ограничения этих методов
	<i>У1 (ОПК-1) Уметь</i> выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования
	<i>У2 (ОПК-1) Уметь</i> модифицировать и разрабатывать методики измерений и интерпретации данных
<i>ПК-2</i> Способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) 02.00.02 Аналитическая химия	<i>31 (ПК-2) Знать</i> современное состояние науки в области аналитической химии
	<i>32 (ПК-2) Знать</i> современные методы анализа поверхности, тонких пленок и низкоразмерных структур
	<i>У2 (ПК-2) Уметь</i> выбирать экспериментальные методы, необходимые для проведения локального анализа и анализа поверхности реальных объектов

Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине приведены в Приложении.

6. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся:

Объем дисциплины (модуля) составляет 3 зачетные единицы, всего 108 часов, из которых 60 часов составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (36 часов - занятия лекционного типа, 12 часов семинарские занятия, 12 часов мероприятия текущего контроля успеваемости), 48 часов составляет самостоятельная работа аспиранта.

7. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия

Перечень дисциплин, которые должны быть освоены до начала освоения данной дисциплины: "Математический анализ", "Общая физика", "Физическая химия", "Аналитическая химия", "Строение вещества", "Основы квантовой механики". в объеме программы специалитета/магистратуры химических факультетов классических университетов

8. Образовательные технологии (отметить если применяется электронное обучение и дистанционные технологии).

Преподавание дисциплины проводится в форме авторского курса, лекции читаются с использованием современного мультимедийного оборудования

9. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе					
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				Самостоятельная работа обучающегося, часы	
		из них				из них	
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости коллоквиумы, практические контрольные занятия и др)	Всего	Работа с лекционным материалом	Всего
Тема 1. Общие понятия. Задачи распределительного анализа. Поверхность как объект анализа. Локальность поперечная и продольная. Взаимодействие корпускулярных пучков и электромагнитного излучения с аналитической пробой. Электромагнитный	104	4	2	2	8	4	4

спектр, методы локального анализа в различных диапазонах спектра. Классификация методов по способу генерации аналитического сигнала, по способу отбора аналитической информации, по локальности.						
<u>Тема 2.</u> Анализ поверхности и локальный анализ методами масс-спектрометрии. Принципы масс-спектрометрического анализа. Источники ионизации. Масс-анализаторы. Детекторы. Искровая масс-спектрометрия. Способы анализа поверхности в искровой масс-спектрометрии. Масс-спектрометрия вторичных ионов - статический и динамический варианты. Ионное распыление и выход продуктов распыления. Послойный анализ. Реакционная эмиссия вторичных ионов и способы устранения систематических погрешностей. Количественный анализ, ионнолегированные стандартные образцы, метрологические характеристики послойного распределительного анализа. Масс-спектрометрическая микроскопия. Масс-спектрометрия распыленных нейтралей. Способы пост-ионизации. Анализ непроводящих объектов методом бомбардировки быстрыми атомами. Лазерная микрозондовая масс-спектрометрия. Элементный и молекулярный локальный анализ с использованием вариации плотности мощности лазерного излучения. Анализ органических веществ. Лазерная десорбционная масс-спектрометрия.	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>6</b>
<u>Тема 3.</u> Введение в электронную спектроскопию и анализ поверхности. Понятие электронного спектра. Классификация методов электронной спектроскопии. Рентгеновские и спектроскопические обозначения характеристических спектральных линий. Определение поверхности твердого тела. Типы поверхностей. Тонкие пленки. Модифицированные поверхности. Способы физико-химического модифицирования поверхности. Особенности анализа поверхности твердого тела. Метрологические характеристики методов электронной спектроскопии. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС). История создания метода. Фотоэффект. Уравнение Эйнштейна. Энергии	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>6</b>

<p>связи фотоэлектронов. Работа выхода электрона. Качественный анализ. Спектры основных уровней в РФЭС. Тонкая структура рентгеновских фотоэлектронных линий основных уровней (химические эффекты, эффекты конечного состояния, многоэлектронные процессы, плазменные потери). Химические сдвиги в РФЭС и эмпирические правила их интерпретации. Определение форм нахождения элементов по химическим сдвигам спектральных линий. Математические методы обработки сложных РФЭС-спектров. Количественный анализ. Сечение фотоионизации. Средняя длина свободного пробега электрона. Послойный анализ. РФЭС с угловым разрешением. ФЭС с ультрафиолетовым возбуждением. ФЭС с возбуждением синхротронным излучением. Применение метода РФЭС в гетерогенном катализе, микро- и наноэлектронике, анализе модифицированных поверхностей твердых тел.</p> <p>Оже-электронная спектроскопия (ОЭС). История создания метода. Эффект Оже. Номенклатура оже-переходов. Кинетические энергии оже-электронов. Качественный анализ. Тонкая структура оже-электронных линий (химические эффекты, эффекты конечного состояния, плазменные потери). Химические сдвиги в ОЭС и их интерпретация. ОЭС с возбуждением рентгеновским излучением. Оже-параметр. Количественный анализ. Сечение ионизации электронным ударом. Выход оже-электронов. Коэффициенты относительной элементной чувствительности. Применение метода ОЭС для локального послойного анализа гетероструктур и исследования механизмов роста тонких пленок.</p> <p>Приборы и техника эксперимента. Пробоподготовка. Блок-схема электронного спектрометра. Получение высокого вакуума. Вакуумные насосы. Источники излучения (рентгеновская трубка, электронная пушка, ультрафиолетовое и синхротронное излучение). Типы и характеристики энергоанализаторов (абсолютное и относительное разрешение, разрешающая способность, аппаратная функция). Детекторы излучения (каналотрон, электронный</p>						
---	--	--	--	--	--	--

умножитель диодного типа). Пробоподготовка в анализе поверхности. Способы очистки поверхности проб различного типа в вакууме (ионное травление, нагрев, механическая очистка, скол монокристаллов).						
<b>Тема 4.</b> Аналитическая электронная микроскопия. Принципы растровой и просвечивающей электронной микроскопии. Формирование изображения анализируемой пробы. Аналитические каналы в растровом и просвечивающем электронных микроскопах. Като�люминесцентный микроанализ. Принципы рекомбинационной люминесценции, специфика анализа полупроводников и диэлектриков. Количественный като�люминесцентный анализ субмикронных слоев полупроводниковых гетероструктур. Спектроскопия характеристических потерь энергии электронов. Подготовка проб. Радиационные дефекты и систематические погрешности аналитической электронной микроскопии. Аналитическая зондовая микроскопия. Сканирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Полевая эмиссия. Полевая электронная и ионная микроскопия. Атомный зонд. Принципы формирования изображений анализируемой пробы. Аналитические возможности методов.	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>6</b>
<b>Тема 5.</b> Рентгеноспектральный микроанализ – принципы метода, характеристическое и тормозное рентгеновское излучение, пределы обнаружения элементов, количественный анализ. Систематические погрешности, обусловленные гетерогенностью пробы, низкой электро- и теплопроводностью, магнитной жесткостью фаз. Аппаратные функции. Неразрушающий послойный анализ при вариации энергии первичных электронов	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>6</b>
<b>Тема 6.</b> Ядерно-физические методы анализа поверхности. Радиоактивный распад. Активационный анализ. Мгновенно-радиационный анализ. Ядерный микрозонд. Рентгеноспектральный анализ с ионным возбуждением. Резонансные методы анализа поверхности. Принципы автордиографии. Микроавтордиография. Автордиография высокого разрешения. Исследова-	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>6</b>

ние элементного распределения по границам зерен в металлах и полупроводниках. Спектроскопия ионного рассеяния. Кинематические и динамические соотношения элементарного акта рассеяния. Спектроскопия рассеяния медленных ионов для анализа поверхностных монослоев. Резерфордская спектроскопия. Послойный неразрушающий анализ							
Промежуточная аттестация <b>зачет</b>	<b>4</b>				<b>4</b>	<b>10</b>	<b>10</b>
<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>36</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>64</b>	<b>44</b>	<b>44</b>

#### 10. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов, оценочные средства контроля и промежуточной аттестации:

**Текущая аттестация** проводится еженедельно и после завершения каждой темы. В первом случае критерии формирования оценки – посещаемость занятий, активность студентов на лекциях, уровень подготовки к лекциям; во втором - уровень знаний пройденной части курса.

#### 11. Ресурсное обеспечение:

##### Литература

1. *Алов Н.В.* Электронная спектроскопия. / Основы аналитической химии. Т. 2. / Под ред. Ю.А. Золотова. 6-е изд. М.: Издательский центр «Академия», 2014. С. 130 – 139.
2. *Борзенко А.Г.* Масс-спектрометрические методы. / Основы аналитической химии. Т. 2. / Под ред. Ю.А. Золотова. 6-е изд. М.: Издательский центр «Академия», 2014. С. 218-237.
3. *Алов Н.В.* Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. / Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Т. 2. / Под ред. А.А. Ищенко. М.: Издательский центр «Академия», 2010. С. 232 – 245.
4. *Алов Н.В., Лазов М.А., Ищенко А.А.* Методы анализа поверхности. Ч. 2. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Учебное пособие. М.: МИТХТ. 2013. 66 с.
5. Методы анализа поверхности / *Под ред А.Зандерны.* М.: Мир, 1979, 582с.
6. *Вудраф Д., Делчар Т.* Современные методы исследования поверхности. М.: Мир, 1989, 568с.

7. Бриггс Д., Сих М.П. Анализ поверхности методами оже - и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии. М.:Мир, 1987. 600 с.
8. Фелдман Л., Майер Д. Основы анализа поверхности и тонких пленок. М.: Мир, 1989, 342с.
9. Гоулдстейн Дж., Ньюбери Д.И. др. Растровая электронная микроскопия и рентгеновский микроанализ. Т. 1, 2, М: Мир, 1984
10. Нефедов В.И., Черепин В.Т. Физические методы исследования поверхности твердых тел. М.: Наука, 1983, 296 с.
11. Миронов В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии. – М.: Техносфера, 2004.

### **Интернет-ресурсы**

1. Электронная библиотека РФФИ <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
  2. Доступ к коллекциям книг (2009-2010) и журналов издательства " Elsevier ". <http://www.sciencedirect.com/>
  3. Доступ к реферативным базам данных <http://www.scopus.com> и <http://www.isiknowledge.com>
12. Язык преподавания - русский

### **13. Авторы курса, лекторы:**

к.х.н., доцент, **Борзенко Андрей Геннадьевич**, кафедра аналитической химии химического факультета МГУ, [AGBorzenko2009@yandex.ru](mailto:AGBorzenko2009@yandex.ru) 939-46-48

к.ф.-м.н., в.н.с. **Алов Николай Викторович**, кафедра аналитической химии химического факультета МГУ, [n\\_alov@mail.ru](mailto:n_alov@mail.ru) , 939-22-77

### **Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения**

1. Планируемые результаты обучения для формирования компетенций п.5 и соответствующие им критерии оценивания приведены в Приложении 1.
2. Вопросы для подготовки к текущей и промежуточной аттестации

### **Пример вопросов для собеседования на зачете:**

1. Задачи распределительного анализа. Поверхность как объект анализа. Локальность поперечная и продольная. Взаимодействие корпускулярных пучков и электромагнитного излучения с аналитической пробой.
3. Классификация методов по способу генерации аналитического сигнала, по способу отбора аналитической информации, по локальности.
4. Принципы масс-спектрометрического анализа. Источники ионизации. Масс-анализаторы. Детекторы.

5. Масс-спектрометрия вторичных ионов - статический и динамический варианты. Ионное распыление и выход продуктов распыления. Послойный анализ.
6. Количественный анализ, ионнолегированные стандартные образцы, метрологические характеристики послойного распределительного анализа.
7. Масс-спектрометрия распыленных нейтралей. Способы пост-ионизации. Анализ непроводящих объектов методом бомбардировки быстрыми атомами.
8. Лазерная микрозондовая масс-спектрометрия. Элементный и молекулярный локальный анализ с использованием вариации плотности мощности лазерного излучения.
9. Лазерная десорбционная масс-спектрометрия. Определение органических веществ.
10. Классификация методов электронной спектроскопии. Понятие электронного спектра.
11. Определение поверхности твердого тела. Типы поверхностей. Тонкие пленки. Модифицированные поверхности. Способы физико-химического модифицирования поверхности.
12. Особенности анализа поверхности твердого тела. Метрологические характеристики методов электронной спектроскопии.
13. Пробоподготовка в анализе поверхности. Способы очистки поверхности проб различного типа в вакууме. Техника получения высокого вакуума.
14. Общая схема электронного спектрометра. Источники излучения. Типы и характеристики энергоанализаторов. Детекторы излучения.
15. Физические основы метода рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС). Фотоэффект. Уравнение Эйнштейна. Энергии связи фотоэлектронов.
16. Количественный анализ в РФЭС. Послойный анализ. РФЭС с угловым разрешением.
17. Химические сдвиги в РФЭС и определение форм нахождения элементов
18. Применение метода РФЭС в гетерогенном катализе, микро- и нанoeлектронике, анализе модифицированных поверхностей твердых тел.
19. Эффект Оже. Номенклатура оже-переходов. Кинетические энергии оже-электронов.
20. Качественный анализ. Тонкая структура оже-электронных линий. Химические сдвиги в оже-электронной спектроскопии (ОЭС).
21. Количественный анализ. Коэффициенты относительной элементной чувствительности.
22. Применение метода ОЭС для локального послойного анализа гетероструктур и исследования механизмов роста тонких пленок.
23. Физические основы методов растровой и просвечивающей электронной микроскопии. Формирование изображения анализируемой пробы.
25. Аналитические каналы в растровом и просвечивающем электронных микроскопах.
27. Особенности пробоподготовки в методах растровой и просвечивающей электронной микроскопии.

28. Классификация и физические основы методов зондовой микроскопии. Принципы формирования изображения анализируемой пробы. Аналитические возможности методов.
29. Рентгеноспектральный микроанализ (РСМА) – принципы метода, характеристическое и тормозное рентгеновское излучение.
30. Количественный РСМА, пределы обнаружения элементов, систематические погрешности.
31. Неразрушающий послойный РСМА при вариации энергии первичных электронов.
32. Радиоактивный распад, активационный анализ, мгновеннорадиационный анализ.
33. Принципы автордиографии. Микроавтордиография. Автордиография высокого разрешения.
34. Спектроскопия ионного рассеяния. Кинематические и динамические соотношения элементарного акта рассеяния.
35. Спектроскопия резерфордского обратного рассеяния. Послойный неразрушающий анализ. Спектроскопия рассеяния медленных ионов. Анализ поверхности.

**Пример ПКЗ (статья на английском языке) для проведения семинарских занятий:**

на основе литературных данных провести сопоставительный анализ аналитических возможностей "мягкой" лазерной ионизации в методах MALDI, SALDI, DIOS

**Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения**

Зачет проводится по билетам. В ходе сдачи зачета проверяется, в первую очередь, формирование «знаниевой» компоненты компетенций, перечисленных в п.5, а также сформированность перечисленных в п.5 умений. Уровень знаний аспиранта по каждому вопросу оценивается на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». В случае, если на все вопросы был дан ответ, оцененный не ниже чем «удовлетворительно», аспирант получает общую оценку «зачтено». Ведомость приема зачета подписывается членами комиссии.

Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине «Современные методы анализа поверхности, тонких пленок и низкоразмерных структур» на основе карт компетенций выпускников

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ и ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) <i>(критерии и показатели берутся из соответствующих карт компетенций, при этом используются либо традиционной системой оценивания, либо БРС)</i>					ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА (*)
	1	2	3	4	5	
<i>B1 (УК-1) Владеть</i> навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	В целом успешное, но не систематическое применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	В целом успешное, но отдельные пробелы применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	Успешное и систематическое применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	ПКЗ на предмет установления последовательности действий при решении поставленной задачи с учетом знаний и навыков, полученных в курсе
<i>З1 (УК-2) Знать</i> методы научной исследовательской деятельности	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о методах научной исследовательской деятельности	Неполные представления о методах научной исследовательской деятельности	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о методах научной исследовательской деятельности	Сформированные систематические представления о методах научной исследовательской деятельности	Индивидуальное собеседование

<i>В2 (УК-2) Владеть</i> технологиями планирования в профессиональной деятельности в сфере научных исследований	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение технологий планирования в профессиональной деятельности	В целом успешное, но не систематическое применение технологий планирования в профессиональной деятельности	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение технологий планирования в профессиональной деятельности	Успешное и систематическое применение технологий планирования в профессиональной деятельности	Индивидуальное собеседование
<i>З2 (ОПК-1) Знать</i> физические принципы, лежащие в основе современных физико-химических методов исследования веществ и материалов, а также возможности, достоинства и ограничения этих методов	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о физических принципах физико-химических методов исследования, недостаточные для их применения и понимания результатов	Достаточно полные, но неглубокие знания физических принципов, лежащих в основе различных физико-химических методов, не позволяющие делать самостоятельные выводы о их достоинствах и ограничениях	В целом сформированные и достаточно глубокие, но содержащие отдельные пробелы, представления о физических принципах методов, лежащих в основе физико-химических методов	Сформированное систематическое знание физических принципов, лежащих в основе физико-химических методов, позволяющее понимать их возможности, достоинства и ограничения	Индивидуальное собеседование
<i>У1 (ОПК-1) Уметь</i> выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследо-	Отсутствие умений	Фрагментарное умение подбирать методы для конкретных объектов исследования	В целом успешное, но не систематическое умение выбирать подходящие методы	Сформированное умение выбора наиболее информативных методов исследования и методик обработки данных	Сформированное умение выбирать оптимальные методы для изучения строения и свойств объектов исследования	ПКЗ: установление последовательности действий при решении поставленной задачи (описать алгоритм выполнения действия)

вания						
<i>У2 (ОПК-1) Уметь</i> модифицировать и разрабатывать методики измерений и интерпретации данных	Отсутствие умений	Наличие фрагментарных навыков разработки методик измерения и обработки данных	В целом успешное, но не систематическое умение модифицировать методики измерения методом проб и ошибок	Наличие отдельных затруднений в оптимизации методик измерения и интерпретации данных и разработке новых методик	Сформированное умение совершенствовать экспериментальные методики и создавать новые	ПКЗ: установление последовательности действий при решении поставленной задачи (описать алгоритм выполнения действия)
<i>31 (ПК-2) Знать</i> современное состояние науки в области аналитической химии	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о современном состоянии науки в области аналитической химии	Неполные представления о современном состоянии науки в области аналитической химии	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о современном состоянии науки в области аналитической химии.	Сформированные систематические представления о современном состоянии науки в области аналитической химии	Доклады на конференциях, ответы на вопросы, участие в групповых дискуссиях.
<i>32 (ПК-2) Знать</i> современные методы анализа поверхности, тонких пленок и низкоразмерных структур	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о современных методах анализа поверхности, тонких пленок и низкоразмерных структур	Содержащие пробелы представления о современных методах анализа поверхности, тонких пленок и низкоразмерных структур	В целом сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о современных методах анализа поверхности, тонких пленок и низкоразмерных структур	Сформированное систематическое знание о современных методах анализа поверхности, тонких пленок и низкоразмерных структур	Индивидуальное собеседование

<p><i>У2 (ПК-2) Уметь</i> выбирать экспериментальные методы, необходимые для проведения локального анализа и анализа поверхности реальных объектов</p>	<p>Отсутствие умений</p>	<p>Умение определить круг задач, для решения которых необходимо использовать методы анализа поверхности</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое использование умения выбирать методы анализа поверхности, адекватные поставленной задаче</p>	<p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение умения выбирать методы анализа поверхности, адекватные поставленной задаче</p>	<p>Сформированное умение умения выбирать методы анализа поверхности, адекватные поставленной задаче</p>	<p>ПКЗ</p>
--	--------------------------	---	---	--	---	------------