

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Тверской государственный технический университет»
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор

по учебной работе

_____ Э.Ю. Майкова
« _____ » _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений

Блока 1 «Дисциплины (модули)»

«Методы анализа поверхностей»

Направление подготовки магистров 04.04.01 Химия

Направленность (профиль) – Химия функциональных наноматериалов

Тип задач профессиональной деятельности – научно-исследовательский

Форма обучения – очная

Химико-технологический факультет

Кафедра «Биотехнологии, химии и стандартизации»

Тверь 20__

Рабочая программа дисциплины соответствует ОХОП подготовки магистров в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану.

Разработчик программы:
доцент кафедры БХС

А.В. Быков

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры БХС
« ____ » _____ 20__ г., протокол № ____.

Заведующий кафедрой

М.Г. Сульман

Согласовано:
Начальник учебно-методического
отдела УМУ

Д.А.Барчуков

Начальник отдела
комплектования
зональной научной библиотеки

О.Ф. Жмыхова

1. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины «Методы анализа поверхностей» является получение студентами знаний в области методов анализа поверхности.

Задачами дисциплины являются:

- приобретение знаний о современных методах исследования состава и структуры поверхностей твердых тел;
- овладение основами методов анализа поверхности;
- формирование понимания принципов работы и умения работать на современной научной аппаратуре при проведении научных исследований;
- формирование представлений о наиболее актуальных направлениях исследований в современной теоретической и экспериментальной химии;
- овладение теорией и навыками практической работы в избранной области химии;
- формирование способности анализировать полученные результаты, делать необходимые выводы и формулировать предложения;
- владение современными методами определения состава, структуры и свойств чистых веществ, их смесей, поверхностей и тонких пленок.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплине части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 ОП ВО. Для изучения курса требуются знания, умения и навыки, полученные в процессе изучения дисциплин: «Неорганическая химия», «Органическая химия», «Физическая химия», «Коллоидная химия», «Физические методы исследования», «Квантовая механика и квантовая химия», «Теоретические и экспериментальные методы исследования в химии».

Приобретенные знания в рамках данной дисциплины необходимы в дальнейшем при изучении дисциплин: «Компьютерные методы моделирования наноструктур», «Современные металлополимерные катализаторы», «Катализаторы в тонком органическом синтезе». Приобретенные знания в рамках данной дисциплины необходимы в дальнейшем для выполнения научно-исследовательской работы, написании статей и тезисов, при подготовке выпускной квалификационной работы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

3.1 Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция, закрепленная за дисциплиной в ОХОП:

ПК-1. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в области химии функциональных наноматериалов, химической технологии наноструктурированных композиционных материалов и смежных с химией наук.

Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИПК-1.1. Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий.

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

31.1. Теоретические основы методов анализа поверхности.

Уметь:

У1.1. Применять полученные знания в выбранной области химии.

Иметь опыт практической подготовки:

ПП1.1. Приборов к проведению анализов.

ИПК-1.2. *Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов.*

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

32.1. Устройство и принцип работы современной аппаратуры.

32.2. Принципы обработки аналитического сигнала.

Уметь:

У2.1. На базовом уровне интерпретировать регистрируемый аналитический сигнал.

Иметь опыт практической подготовки:

ПП2.1. На современных аналитических приборах.

ИПК-1.3. *Контролирует правильность проведения химического анализа, физико-химических и других видов исследований.*

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

33.1. Границы применимости методов анализа поверхности.

Уметь:

У3.1. Интерпретировать полученную информацию.

Иметь опыт практической подготовки:

ПП3.1. Пробы к анализу.

Компетенция, закрепленная за дисциплиной в ОХОП:

ПК-2. Способен проводить патентно-информационные исследования в области химии функциональных наноматериалов и смежных наук.

Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИПК-2.1. *Проводит поиск специализированной научной информации в патентно-информационных базах данных.*

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

34.1. Существующие справочные базы методов анализа поверхности.

Уметь:

У4.1. Пользоваться существующими справочными базами методов анализа поверхности.

Иметь опыт практической подготовки:

ПП4.1. В области анализа состава и структуры поверхностей и использования справочных баз для интерпретации аналитического сигнала.

Компетенция, закрепленная за дисциплиной в ОХОП:

ПК-3. Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в области химии функциональных наноматериалов, химической технологии наноструктурированных композиционных материалов или смежных с химией науках.

Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИПК-3.1. Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными.

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

35.1. Теоретические основы и границы применимости методов анализа поверхности.

Уметь:

У5.1. Уметь интерпретировать различия в результатах анализа между методами анализа объёма и поверхности вещества.

Иметь опыт практической подготовки:

ПП5.1. В совместной интерпретации результатов нескольких анализов.

3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций

Проведение лекционных занятий; выполнение практических работ; самостоятельная работа под руководством преподавателя.

4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
Общая трудоемкость дисциплины	3	108
Аудиторные занятия (всего)		28
В том числе:		
Лекции		14
Практические занятия (ПЗ)		14
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		44+36(экз)
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Другие виды самостоятельной работы: - подготовка к практическим занятиям		30
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачет)		не предусмотрен
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)		14+36(экз)
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		14
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена

Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Практические занятия (ПЗ)		14
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины

Таблица 2. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№	Наименование модуля	Труд-ть часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. практикум	Сам. работа
1	Введение. Цель и задачи дисциплины. Поверхность	8	2	2	-	0+4(экз)
2	Дифракционные методы	22	2	4	-	8+8(экз)
3	Методы электронной спектроскопии и масс-спектрометрии	38	6	4	-	18+10(экз)
4	Десорбционные методы, спектроскопия рассеяния ионов	16	2	2	-	6+6(экз)
5	Зондовая микроскопия	24	2	2	-	12+8(экз)
Всего на дисциплину		108	14	14	-	44+36(экз)

5.2. Содержание дисциплины

МОДУЛЬ 1 «ВВЕДЕНИЕ. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ. ПОВЕРХНОСТЬ»

Введение. Цель и задачи дисциплины. Поверхность – структура поверхности и приповерхностных слоев.

Структура поверхности и приповерхностного слоя. Дефекты структуры поверхности. Релаксация и реконструкция поверхности. Двумерные решетки Браве. Адсорбция на поверхности.

Классификация методов исследования поверхности. Общие сведения о получаемой информации, чувствительности, пространственном разрешении.

МОДУЛЬ 2 «ДИФРАКЦИОННЫЕ МЕТОДЫ»

Дифракционные методы: ДМЭ, ДОБЭ. Дифракция электронов на поверхности. Условия дифракции. Обратное пространство (k-пространство). Сфера Эвальда. Дифракционные паттерны и информация о структуре поверхности. Оборудование и требования, предъявляемые к образцам.

МОДУЛЬ 3 «МЕТОДЫ ЭЛЕКТРОННОЙ СПЕКТРОСКОПИИ И МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ»

Методы электронной спектроскопии: РФЭС, ЭОС, УФЭС.

Взаимодействие УФ-излучения, мягких рентгеновских лучей и высокоэнергетических электронов с веществом. Фотоэлектронный и оже-

эффект. Эффекты начального и конечного состояния. Интерпретация спектров. Оборудование и требования, предъявляемые к образцам.

Вторично-ионная масс-спектрометрия в анализе поверхности.

Профилирование по глубине. Картирование поверхности.

МОДУЛЬ 4 «ДЕСОРБЦИОННЫЕ МЕТОДЫ, СПЕКТРОСКОПИЯ РАССЕЯНИЯ ИОНОВ»

Десорбционная спектроскопия: термопрограммируемая десорбция, электронно-стимулированная десорбция; рассеяние молекулярных и атомных пучков. Обратное рассеяние Резерфорда, спектроскопия рассеяния ионов. Теоретические основы методов. Аналитическая информация. Требования, предъявляемые к образцам.

МОДУЛЬ 5 «ЗОНДОВАЯ МИКРОСКОПИЯ»

Сканирующая зондовая микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Туннельная микроскопия. Основы методов зондовой микроскопии. Аппаратное оформление методов. Требования к образцам.

5.3. Лабораторные работы

Учебным планом лабораторные работы не предусмотрены.

5.4. Практические занятия

Таблица 3. Тематика, форма практических занятий (ПЗ) и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели практических занятий	Примерная тематика занятий и форма их проведения	Трудоемкость в часах
Модуль 1 Цель: знакомство со структурой поверхности	Двумерные решётки Браве, индексы Миллера граней, адсорбционные слои	2
Модуль 2 Цель: знакомство с методами ДМЭ и ДБЭ	Дифракция медленных электронов. Интерпретация	4
Модуль 3 Цель: экспериментальное знакомство с методами РФЭС и ВИМС	РФЭС, ВИМС. Регистрация фотоэлектронных спектров, интерпретация фотоэлектронных спектров и масс-спектров ВИМС	4
Модуль 4 Цель: знакомство с десорбционными методами анализа поверхности	Спектроскопия рассеяния ионов. Термопрограммируемая десорбция. Хемосорбция	2
Модуль 5 Цель: экспериментальное знакомство с методами зондовой микроскопии	Регистрация топологии и электропроводности поверхности методами АСМ и ТМ	2

6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль успеваемости

6.1. Цели самостоятельной работы

Основными целями самостоятельной работы магистрантов является формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых, рациональных и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

6.2. Организация и содержание самостоятельной работы

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к практическим занятиям, к текущему контролю успеваемости; подготовке к экзамену.

После вводных лекций, в которых обозначается содержание дисциплины, ее проблематика и практическая значимость, студентам выдаются задания на практические и лабораторные занятия. Студенты выполняют задания в часы СРС в течение семестра в соответствии с освоением учебных разделов. Защита выполненных заданий производится поэтапно в часы практических занятий. Оценивание осуществляется путем устного опроса проводится по содержанию и качеству выполненного задания.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература по дисциплине

1. Пентин, Ю.А. Физические методы исследования в химии : учебник для студентов вузов : в составе учебно-методического комплекса / Ю.А. Пентин, Л.В. Вилков. - Москва : Мир, 2006 . - 683 с. : ил. - (Методы в химии). - Текст : непосредственный. - ISBN 5-03-003770-5 : 566 p. 10 к. - (ID=22545-25)

2. Физические методы исследования неорганических веществ : учеб. пособие для студентов по спец. 020101 "Химия" : в составе учебно-методического комплекса / Т.Г. Баличева [и др.]; под ред. А.Б. Никольского. - Москва : Академия, 2006. - 443 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). - Библиогр. в тексте. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-7695-2261-5 : 285 p. - (ID=59489-27)

3. Цирельсон, В.Г. Квантовая химия: молекулы, молекулярные системы и твердые тела : учеб. пособие для вузов по хим.-технол. напр. и спец. : в составе учебно-методического комплекса / В.Г. Цирельсон. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 495 с. - (Учебник для высшей школы). - Библиогр. в конце гл. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-9963-0080-8 : 385 p. - (ID=81208-15)

7.2. Дополнительная литература по дисциплине

1. Физические методы исследования : учеб. пособие : в составе учебно-методического комплекса / А.В. Быков [и др.]; Тверской гос. техн. ун-т. - Тверь : ТвГТУ, 2010. - (УМК-У). - [Сервер](#). - Текст : электронный. - ISBN 978-5-7995-0517-2 : 0-00. - (ID=81121-1)

2. Физические методы исследования : учеб. пособие : в составе учебно-методического комплекса / А.В. Быков [и др.]; Тверской гос. техн. ун-т. - 1-е изд. - Тверь : ТвГТУ, 2010. - 159 с. : ил. - (УМК-У). - Библиогр.: с. 156 - 157. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7995-0517-2 : 101 p. - (ID=81497-115)

3. Рыков, С.А. Сканирующая зондовая микроскопия полупроводниковых материалов и наноструктур : учебное пособие для вузов по направлению "Техническая физика" / С.А. Рыков; под общей редакцией В.И. Ильина, А.Я. Шика. - Санкт-Петербург : Наука, 2001. - 52 с. - (Новые разделы физики полупроводников). - Библиогр. : с. 51 . - ISBN 5-02-024956-4 : 12 p. - (ID=14080-2)

4. Практикум по физической химии. Физические методы исследования : учеб. пособие по спец. "Химия" / Е.П. Агеев [и др.]; под ред.: М.Я. Мельникова, Е.П. Агеевой, В.В. Лунина. - М. : Академия, 2014. - 526 с. - (Высшее профессиональное образование). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7695-9551-6 : 750 p. 20 к. - (ID=89194-9)

5. Суворов, Э. В. Дифракционный структурный анализ : учебное пособие для вузов / Э. В. Суворов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 309 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15004-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/494997> (дата обращения: 09.10.2022). - (ID=150771-0)

7.3. Методические материалы

1. Учебно-методический комплекс дисциплины "Методы анализа поверхностей" направления подготовки 04.04.01 Химия. Профиль: Химия функциональных наноматериалов : ФГОС 3+ / Каф. Биотехнология и химия ; сост. А.В. Быков. - 2022. - (УМК). - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/125163> . - (ID=125163-1)

7.4. Программное обеспечение по дисциплине

Операционная система Microsoft Windows: лицензии № ICM-176609 и № ICM-176613 (Azure Dev Tools for Teaching).

Microsoft Office 2007 Russian Academic: OPEN No Level: лицензия № 41902814.

7.5. Специализированные базы данных, справочные системы, электронно-библиотечные системы, профессиональные порталы в Интернет

ЭБС и лицензионные ресурсы ТвГТУ размещены:

1. Ресурсы: <https://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>
2. ЭК ТвГТУ: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>
3. ЭБС "Лань": <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": <https://www.biblioclub.ru/>
5. ЭБС «IPRBooks»: <https://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»): <https://urait.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <https://elibrary.ru/>

8. Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". Конфигурация "МАКСИМУМ": сетевая версия (годовое обновление): [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНИПы и др.). Диск 1, 2, 3, 4. - М.:Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов). - CD. - Текст: электронный. - 119600 р. – (105501-1)
9. База данных учебно-методических комплексов: <https://lib.tstu.tver.ru/header/umk.html>

УМК размещен: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/125163>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

При изучении дисциплины «Методы анализа поверхностей» используются современные средства обучения, возможна демонстрация лекционного материала с помощью проектора. Аудитория для проведения лекционных занятий, проведения защит и презентаций курсовых работ оснащена современной компьютерной и офисной техникой, необходимым программным обеспечением, электронными учебными пособиями и законодательно-правовой поисковой системой, имеющий выход в глобальную сеть.

В таблице 4 представлен рекомендуемый перечень материально-технического обеспечения практических занятий по дисциплине.

Таблица 4. Рекомендуемое материально-техническое обеспечение дисциплины

№ пп	Рекомендуемое материально-техническое обеспечение дисциплины
1	Лаборатория рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии, рентгенофотоэлектронный спектрометр ЭС-2403М, дополнительно оснащенный квадрупольным фильтром масс.
2	Класс зондовых микроскопов, зондовые микроскопы «Наноэдюкатор»
3	Анализатор поверхности BECMAN COULTERTM SA 3100TM
4	Хемосорбер Micromeritics AutoChem HP
5	Программы сбора и обработки аналитической информации методами РФЭС, ЭОС, УФЭС, ВИМС: SpecsLab2, CasaXPS

9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

9.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена

1. Экзаменационный билет соответствует форме, утвержденной Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих федеральным государственным образовательным стандартам высшего образования с учетом профессиональных стандартов. Типовой образец экзаменационного билета приведен в Приложении. Обучающемуся даётся право выбора заданий из числа, содержащихся в билете, принимая во внимание оценку, на которую он претендует.

Число экзаменационных билетов – 15. Число вопросов (заданий) в экзаменационном билете – 3 (1 вопрос для категории «знать» и 2 вопроса для категории «уметь»).

Продолжительность экзамена – 60 минут.

2. Шкала оценивания промежуточной аттестации в форме экзамена – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

3. Критерии оценки за экзамен:

для категории «знать»:

выше базового – 2;

базовый – 1;

ниже базового – 0;

критерии оценки и ее значение для категории «уметь»:

отсутствие умения – 0 балл;

наличие умения – 2 балла.

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

4. Вид экзамена – письменный экзамен, включающий решение задач с использованием справочного материала и непрограммируемого калькулятора.

5. База заданий, предъявляемая обучающимся на экзамене:

1. Двумерные решётки Бравэ
2. Структура реальной поверхности.
3. Виды дефектов реальной поверхности.
4. Релаксация поверхности.
5. Реконструкция поверхности.
6. Перечислите процессы, возникающие при взаимодействии электронов с поверхностью твёрдого тела.
7. Перечислите процессы, возникающие при взаимодействии рентгеновских лучей с поверхностью твёрдого тела.
8. Аппаратное оформление методов РФЭС и ЭОС.
9. Аппаратное оформление в ВИМС.
10. Принципы формирования аналитического сигнала в методе дифракции медленных электронов.
11. Принципы формирования аналитического сигнала в методе дифракции быстрых электронов.
12. Принципы формирования аналитического сигнала в методе рентгенофотоэлектронной спектроскопии.
13. Принципы формирования аналитического сигнала в методе оже-электронной спектроскопии.
14. Картирование поверхности в РФЭС.
15. Картирование поверхности в ЭОС.
16. Картирование поверхности в ВИМС.
17. Профилирование по глубине в РФЭС.
18. Профилирование по глубине в ВИМС.

19. Сравните пространственное разрешение при элементном картировании в анализах методами РФЭС, ЭОС, ВИМС.

20. Требования к образцам, предъявляемым на исследование методами ЭОС, РФЭС, ВИМС.

21. Принципы формирования аналитического сигнала в спектроскопии рассеяния ионов.

22. Хемосорбция. Принципы метода. Импульсное титрование. Полезная информация.

23. Термопрограммируемая десорбция. Принципы метода.

24. Объясните причину использования вакуумной техники при исследовании образцов методами ДМЭ и ДБЭ.

25. Объясните причину использования вакуумной техники при исследовании образцов методами РФЭС, ЭОС.

26. Как зависит длина свободного пробега электрона от его энергии в твёрдом веществе.

27. Принципы формирования и обработки СЗМ-изображений.

28. Туннельная микроскопия. Принципы формирования сигнала. Туннельный эффект.

29. Магнитосиловая микроскопия. Принципы анализа и получения аналитического сигнала.

30. Зондовая микроскопия. Зонды.

Пользование различными техническими устройствами, кроме ЭВМ компьютерного класса и программным обеспечением, необходимым для решения поставленных задач, не допускается. При желании студента покинуть пределы аудитории во время экзамена экзаменационный билет после его возвращения заменяется.

Преподаватель имеет право после проверки письменных ответов на экзаменационные вопросы и решенных на компьютере задач задавать студенту в устной форме уточняющие вопросы в рамках содержания экзаменационного билета, выданного студенту.

Иные нормы, регламентирующие процедуру проведения экзамена, представлены в Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

9.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме зачета

Учебным планом зачет по дисциплине не предусмотрен.

9.3. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме курсового проекта или курсовой работы

Учебным планом не предусмотрены.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Студенты перед началом изучения дисциплины ознакомлены с системами кредитных единиц и балльно-рейтинговой оценки.

Студенты, изучающие дисциплину, обеспечиваются электронными изданиями или доступом к ним, учебно-методическим комплексом по дисциплине, включая методические указания к выполнению практических работ, всех видов самостоятельной работы.

В учебный процесс рекомендуется внедрение субъект-субъектной педагогической технологии, при которой в расписании каждого преподавателя определяется время консультаций студентов по закрепленному за ним модулю дисциплины.

11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины

Содержание рабочих программ дисциплин ежегодно обновляется протоколами заседаний кафедры по утвержденной «Положением о структуре, содержании и оформлении рабочих программ дисциплин по образовательным программам, соответствующим ФГОС ВО с учетом профессиональных стандартов» форме.

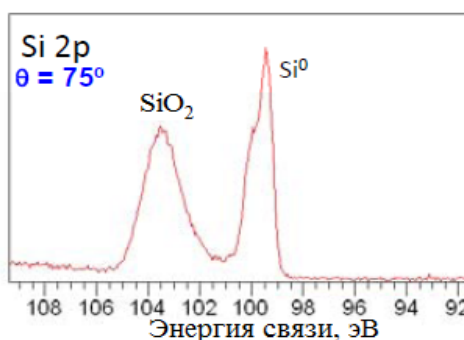
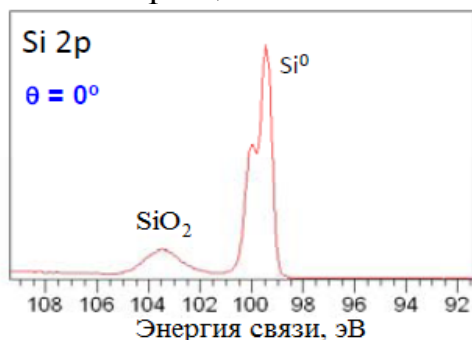
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки магистров 04.04.01 Химия
Профиль – Химия функциональных наноматериалов
Кафедра Биотехнологии, химии и стандартизации
Дисциплина «Методы анализа поверхностей»
Семестр 2

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Задание для проверки уровня «знать» – или 0, или 1, или 2 балла:
Принципы формирования аналитического сигнала в методе дифракции медленных электронов.

2. Задание для проверки уровня «уметь» – или 0, или 2 балла:
При необходимости пользуясь справочником объясните представленную информацию. Θ – угол между оптической осью анализатора и нормалью к поверхности образца.



3. Задание для проверки уровня «уметь» – или 0, или 2 балла:
Объясните запись: $\text{Ni}(100)(\sqrt{2} \times \sqrt{2})R45^0 - \text{O}_2$

Критерии итоговой оценки за экзамен:

- «отлично» - при сумме баллов 5 или 6;
- «хорошо» - при сумме баллов 4;
- «удовлетворительно» - при сумме баллов 3;
- «неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2 балла;

Составитель: доц. кафедры БХС

А.В. Быков

Заведующий кафедрой БХС

М.Г. Сульман