

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

Кафедра материаловедения в машиностроении

“УТВЕРЖДАЮ”

ДЕКАН МТФ

к.т.н. Янпольский В. В.

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Электронная микроскопия

Образовательная программа: 28.03.02 Наноинженерия, профиль: Наноинженерия в машиностроении

Курс: 4, семестр : 7

Механико-технологический факультет,

		Семестр
№	Вид деятельности	7
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	5
2	Всего часов	180
3	Всего занятий в контактной форме, час.	68
4	Лекции, час.	18
5	Практические занятия, час.	0
6	Лабораторные занятия, час.	36
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	12
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	12
10	Самостоятельная работа, час.	112
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ
12	Вид аттестации	Э

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 28.03.02 Наноинженерия

ФГОС введен в действие приказом №1414 от 03.12.2015 г. , дата утверждения: 31.12.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная, по выбору студента

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 28.03.02 Наноинженерия

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ММ, протокол заседания кафедры №6/1 от 20.06.2017

Утверждена на совете механико-технологического факультета, протокол № 5 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Смирнов А. И.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Батаев В. А.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Батаев В. А.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОК.10 способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности; в части следующих результатов обучения:	
у2. владеть приемами прободопготовки образцов для просвечивающего электронного микроскопа	
у3. уметь планировать и организовывать простейшие эксперименты, обрабатывать и анализировать полученные результаты	
Компетенция ФГОС: ОПК.1 способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и экспериментального исследования; в части следующих результатов обучения:	
з28. базовые знания фундаментальных разделов физики в объеме, необходимом для освоения физических основ в области профессиональной деятельности	
з33. знать методы проведения структурного анализа (рентгеновского, электронно-микроскопического, спектрального, микро-рентгеноспектрального и др.	
Компетенция ФГОС: ПК.4 способность осуществлять подготовку данных для составления обзоров и отчетов; в части следующих результатов обучения:	
з1. знать структуру и правила оформления отчетов, обзоров и публикаций по результатам выполненных исследований	

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Электронная микроскопия</i>	
ОПК.1.з28 базовые знания фундаментальных разделов физики в объеме, необходимом для освоения физических основ в области профессиональной деятельности	
1. базовые знания фундаментальных разделов физики в объеме, необходимом для освоения физических основ в области профессиональной деятельности	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОПК.1.з33 знать методы проведения структурного анализа (рентгеновского, электронно-микроскопического, спектрального, микро-рентгеноспектрального и др.	
2. знать методы проведения структурного анализа (рентгеновского, электронно-микроскопического, спектрального, микро-рентгеноспектрального и др.	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.4.з1 знать структуру и правила оформления отчетов, обзоров и публикаций по результатам выполненных исследований	
3. знать структуру и правила оформления отчетов, обзоров и публикаций по результатам выполненных исследований	Самостоятельная работа
ОК.10.у2 владеть приемами прободопготовки образцов для просвечивающего электронного микроскопа	
4. владеть приемами прободопготовки образцов для просвечивающего электронного микроскопа	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОК.10.у3 уметь планировать и организовывать простейшие эксперименты, обрабатывать и анализировать полученные результаты	
5. уметь планировать и организовывать простейшие эксперименты, обрабатывать и анализировать полученные результаты	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 7				

Дидактическая единица: Теоретические основы электронной микроскопии				
1. Электронная микроскопия как метод изучения структуры материалов	0	2	1, 2	Изучить основы электронной микроскопии и области ее применения
2. Взаимодействие электронов с веществом	0	2	1	Изучить основы электронной микроскопии и области ее применения
3. Кинематическая и динамическая теория дифракции электронов	0	2	1	Изучить основы электронной микроскопии и области ее применения
Дидактическая единица: Устройство электронных микроскопов				
5. Устройство просвечивающего электронного микроскопа	0	2	2	Изучить основные узлы просвечивающего электронного микроскопа и принципы их функционирования.
6. Устройство растрового электронного микроскопа	0	2	2	Изучить основные узлы растрового электронного микроскопа и принципы их функционирования.
Дидактическая единица: Получение информации				
7. Анализ полученных изображений структур материалов	0	4	2, 5	Теоретические основы анализа электронно-микроскопических изображений
Дидактическая единица: Подготовка объектов				
10. Подготовка образцов для электронной микроскопии	0	4	2, 4	Теоретические основы пробоподготовки для РЭМ и ПЭМ

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 7				
Дидактическая единица: Теоретические основы электронной микроскопии				
4. Теоретические основы анализа материалов методами РЭМ и ПЭМ	1	4	1, 2, 5	Выполнение индивидуальных заданий и защита
Дидактическая единица: Получение информации				
8. Работа на просвечивающем и растровом электронных микроскопах	3	8	2, 5	Студенты приобретают практические навыки работы на микроскопах
9. Анализ полученных изображений структуры материалов	3	8	2, 5	Научиться анализировать изображения структур.
Дидактическая единица: Подготовка объектов				
11. Подготовка образцов для ПЭМ электрохимическим и химическим методами	1	4	2, 4	Научиться изготавливать образцы для ПЭМ электрохимическим и химическим методами.
12. Подготовка образцов в поперечном сечении	1	4	2, 4	Научиться изготавливать образцы для ПЭМ методом ионного утонения.

13. Подготовка образцов для ПЭМ методом ионного утонения	1	2	2, 4	Научиться изготавливать образцы для ПЭМ методом ионного утонения.
14. Нанесение токопроводящих покрытий на непроводящие образцы для РЭМ	1	2	2, 4	Научиться наносить проводящие слои (металл, углерод) на непроводящие образцы.
15. Подготовка полимерных и керамических образцов для ПЭМ	1	4	2, 4	Научиться изготавливать образцы для ПЭМ из полимерных и керамических материалов.

Таблица 3.3

Темы для самостоятельного изучения	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 7				
Дидактическая единица: Проведение экспериментальной работы по подготовке образцов, их изучению и анализу				
16. Выполнение индивидуальной работы по комплексному исследованию физического объекта методами РЭМ и ПЭМ	0	22	1, 2, 3, 4, 5	Выполнение индивидуальной работы

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 7				
1	РГЗ	1, 2	47	4
: Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042				
2	Подготовка к аттестации	1, 2	43	5
: Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042				
3	Самостоятельное изучение теоретического материала	1, 2, 3, 4, 5	25	3
Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.3 : Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail
Консультирование	e-mail
Контроль	e-mail

Размещение учебных материалов	e-mail
-------------------------------	--------

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм	Коды формируемых компетенций
1	Тренинг	ОК.10; ОПК.1;
Формируемые умения: з28. базовые знания фундаментальных разделов физики в объеме, необходимом для освоения физических основ в области профессиональной деятельности; з33. знать методы проведения структурного анализа (рентгеновского, электронно-микроскопического, спектрального, микро-рентгеноспектрального и др.; у2. владеть приемами прободоподготовки образцов для просвечивающего электронного микроскопа; у3. уметь планировать и организовывать простейшие эксперименты, обрабатывать и анализировать полученные результаты		
Краткое описание применения:		

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS.

Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 7		
<i>Подготовка к занятиям:</i>	0	
<i>Самостоятельное изучение теоретического материала:</i>	6	12
<i>Лабораторная:</i>	9	18
<i>РГЗ:</i>	11	30
<i>Экзамен:</i>	24	40

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля	
		Защита РГЗ	Экзамен
ОК.10	у2. владеть приемами прободоподготовки образцов для просвечивающего электронного микроскопа	+	+
	у3. уметь планировать и организовывать простейшие эксперименты, обрабатывать и анализировать полученные результаты	+	+
ОПК.1	з28. базовые знания фундаментальных разделов физики в объеме, необходимом для освоения физических основ в области профессиональной деятельности	+	+
	з33. знать методы проведения структурного анализа (рентгеновского, электронно-микроскопического, спектрального, микро-рентгеноспектрального и др.	+	+

ПК.4	31. знать структуру и правила оформления отчетов, обзоров и публикаций по результатам выполненных исследований	+	
-------------	--	---	--

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Кларк Э. Р. Микроскопические методы исследования материалов / Э. Р. Кларк, К. Н. Эберхардт ; пер. с англ. С. Л. Баженова ; Рос. акад. наук ; Ин-т синтет. полимер. материалов им. Н. С. Ениколопова. - М., 2007. - 371 с. : ил.
2. Батаев В. А. Методы структурного анализа материалов и контроля качества деталей : учебное пособие / В. А. Батаев, А. А. Батаев, А. П. Алхимов. - Новосибирск, 2006. - 219 с. : ил. - Режим доступа: <http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2006/bataev.pdf>
3. Федотов А.К. Физическое материаловедение. Часть 1. Физика твердого тела [Электронный ресурс]: учебное пособие/ А.К. Федотов— Электрон. текстовые данные.— Минск: Вышэйшая школа, 2010.— 400 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20161.html>.— ЭБС «IPRbooks»

Дополнительная литература

1. Брандон Д. Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля : учебное пособие по направлению "Прикладные математика и физика" / Д. Брандон, У. Каплан ; пер. с англ. под ред. С. Л. Баженова с доп. О. В. Егоровой. - М., 2006. - 377 с. : ил.
2. Брандон Д. Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля : учебное пособие по направлению "Прикладные математика и физика" / Д. Брандон, У. Каплан ; пер. с англ. под ред. С. Л. Баженова. - М., 2004. - 377 с. : ил.
3. Синдо Д. Аналитическая просвечивающая электронная микроскопия / Д. Синдо, Т. Оикава ; пер. с англ. С. А. Иванова. - М., 2006. - 249, [5] с. : ил.
4. Васильева Л. А. Электронная микроскопия в металловедении цветных металлов : справочник / Л. А. Васильева, Л. М. Малашенко, Р. Л. Тофпенев ; под ред. С. А. Астапчика ; Акад. наук БССР, Физико-технический ин-т. - Минск, 1989. - 206, [2] с. : ил., табл.
5. Энгель Л. Растровая электронная микроскопия. Разрушение : справочник / Л. Энгель, Г. Клингеле ; пер. с нем. Б. Е. Левина ; под ред. М. Л. Бернштейна. - М., 1986. - 230, [1] с. : ил.
6. Растровая электронная микроскопия и рентгеновский микроанализ. В 2 кн.. Кн. 1 : [монография / Гоулдстейн Дж. и др.] ; пер. с англ. Р. С. Гвоздовер и Л. Ф. Комоловой ; под ред. В. И. Петрова. - М., 1984. - 303 с. : ил.
7. Растровая электронная микроскопия и рентгеновский микроанализ. В 2 кн.. Кн. 2 : [монография] / [Гоулдстейн Дж. и др.] ; пер. с англ. Р. С. Гвоздовер и Л. Ф. Комоловой ; под ред. В. И. Петрова. - М., 1984. - 348 с. : ил.
8. Физические методы контроля структуры и качества материалов : Учеб. пособие [для МТФ направления 551600 (спец. 120800)] / Батаев А. А., Батаев В. А., Тушинский Л. И., Которов С. А., Буторин Д. Е., Суханов Д. А., Батаева З. Б., Смирнов А. И., Плохов А. В. ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2000. - 154 с.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2000/bat.zip>
9. Васильев Л. И. Современная электронная микроскопия металлических материалов / Л. И. Васильев, А. М. Глезер, Ленингр. дом науч.-техн. пропаганды. - Л., 1983. - 18, [2] с. : ил.
10. Горелик С. С. Рентгенографический и электронно-оптический анализ : Учеб. пособие для вузов по напр. "Материаловедение и технология новых материалов" / С. С. Горелик, Ю. А. Скаков, Л. Н. Расторгуев. - М., 1994. - 328 с. : ил.
11. Томас Г. Просвечивающая электронная микроскопия материалов / Г. Томас, М. Дж. Гориндж ; пер. с англ. под ред. Б. К. Вайнштейна. - М., 1983. - 316, [1] с. : ил., табл., граф.

12. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия : учебник для вузов по специальностям "Физика металлов", "Металловедение, оборудование и технология термической обработки металлов" / [Я. С. Уманский и др.]. - М., 1982. - 631 с. : ил., схем.

13. Электронная микроскопия тонких кристаллов : [монография] / П. Хирш [и др.] ; пер. с англ. под ред. Л. М. Утевского. - М., 1968. - 574 с. : ил.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>

2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>

3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>

4. ЭБС "Znanium.com" : <http://znanium.com/>

5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Просвечивающая электронная микроскопия : методические указания к лабораторным работам по курсу "Методы исследования материалов и процессов" для 3 курса МТФ (специальность 150501 "Материаловедение в машиностроении" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. И. Смирнов, А. А. Никулина]. - Новосибирск, 2010. - 19, [1] с. : ил. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2010/3877.pdf>

2. Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 Microsoft Office

2 Microsoft Office

3 Microsoft Windows

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Напылительная установка для подготовки образцов для исследования на электронных микроскопах	Напыление окисляющимися и неокисляющимися металлами и углеродом

Специальное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Растровый электронный микроскоп EV050 XVP	Анализ поверхностей разрушения, химический анализ; оборудование для проведения спектрального и дифракционного анализа материалов
2	Напылительная установка для подготовки образцов для исследования на электронных микроскопах	Напыление окисляющимися и неокисляющимися металлами и углеродом

3	Устройство ионного травления для подготовки образцов для исследование на электронных микроскопах- система финишной доводки образцов PIPS	Контролируемое формирование отверстия в центральной части заготовки
4	Просвечивающий электронный микроскоп Tescan G2 20TWIN	Приставки для проведения химического анализа на просвечивающем электронном микроскопе

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

Кафедра материаловедения в машиностроении

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН МТФ
к.т.н., доцент В.В. Янпольский
“ ” _____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Электронная микроскопия

Образовательная программа: 28.03.02 Наноинженерия, профиль: Наноинженерия в машиностроении

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Электронная микроскопия приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОК.10 способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	у2. владеть приемами прободопготовки образцов для просвечивающего электронного микроскопа	Выполнение индивидуальной работы по комплексному исследованию физического объекта методами РЭМ и ПЭМ Нанесение токопроводящих покрытий на непроводящие образцы для РЭМ Подготовка образцов в поперечном сечении Подготовка образцов для ПЭМ методом ионного утонения Подготовка образцов для ПЭМ электрохимическим и химическим методами Подготовка образцов для электронной микроскопии Подготовка полимерных и керамических образцов для ПЭМ	РГЗ, разделы 1-4	Экзамен, вопросы 13, 29
ОК.10	у3. уметь планировать и организовывать простейшие эксперименты, обрабатывать и анализировать полученные результаты	Анализ полученных изображений структур материалов Анализ полученных изображений структуры материалов Выполнение индивидуальной работы по комплексному исследованию физического объекта методами РЭМ и ПЭМ Работа на просвечивающем и растровом электронных микроскопах Теоретические основы анализа материалов методами РЭМ и ПЭМ	РГЗ, разделы 1-4	Экзамен, вопросы 23-25, 27
ОПК.1 способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и экспериментального исследования	з28. базовые знания фундаментальных разделов физики в объеме, необходимом для освоения физических основ в области профессиональной деятельности	Взаимодействие электронов с веществом Выполнение индивидуальной работы по комплексному исследованию физического объекта методами РЭМ и ПЭМ Кинематическая и динамическая теория дифракции электронов Теоретические основы анализа материалов методами РЭМ и ПЭМ Электронная микроскопия как метод изучения структуры материалов	РГЗ, разделы 1-4	Экзамен, вопросы 1-3, 8, 11-12, 14, 19-22, 28, 30-32
ОПК.1	з33. знать методы проведения структурного анализа	Анализ полученных изображений структур материалов Анализ полученных изображений	РГЗ, разделы 1-4	Экзамен, вопросы 4-7, 9-10, 16-18, 23, 28-29

	(рентгеновского, электронно-микроскопического, спектрального, микро-рентгеноспектрального и др.	структуры материалов Выполнение индивидуальной работы по комплексному исследованию физического объекта методами РЭМ и ПЭМ Нанесение токопроводящих покрытий на непроводящие образцы для РЭМ Подготовка образцов в поперечном сечении Подготовка образцов для ПЭМ методом ионного утонения Подготовка образцов для ПЭМ электрохимическим и химическим методами Подготовка образцов для электронной микроскопии Подготовка полимерных и керамических образцов для ПЭМ Работа на просвечивающем и растровом электронных микроскопах Теоретические основы анализа материалов методами РЭМ и ПЭМ Устройство просвечивающего электронного микроскопа Устройство растрового электронного микроскопа Электронная микроскопия как метод изучения структуры материалов		
ПК.4/НИИ способность осуществлять подготовку данных для составления обзоров и отчетов	з1. знать структуру и правила оформления отчетов, обзоров и публикаций по результатам выполненных исследований	Выполнение индивидуальной работы по комплексному исследованию физического объекта методами РЭМ и ПЭМ	РГЗ, все разделы	

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 7 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ОК.10, ОПК.1, ПК.4/НИИ.

Экзамен проводится в устной форме, по билетам.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 7 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)). Требования к выполнению РГЗ(Р), состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р).

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОК.10, ОПК.1, ПК.4/НИИ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками (0-49 баллов).

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками (50-72 балла).

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки (73-86 балла).

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному (87-100 баллов).

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра материаловедения в машиностроении

Паспорт экзамена

по дисциплине «Электронная микроскопия», 7 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет состоит из двух вопросов. Каждый вопрос оценивается максимум в 10 баллов. В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет МТФ

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Электронная микроскопия»

1. Что такое разрешающая способность?
2. В каких случаях будет происходить испускание фотонов атомами?

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись) (дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на билет для экзамена считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет 0-19 *баллов*.
- Ответ на билет для экзамена засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет 20-35 *баллов*.
- Ответ на билет для экзамена засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет 36-38 *баллов*.
- Ответ на билет для экзамена засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный

анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет 39-40 баллов.

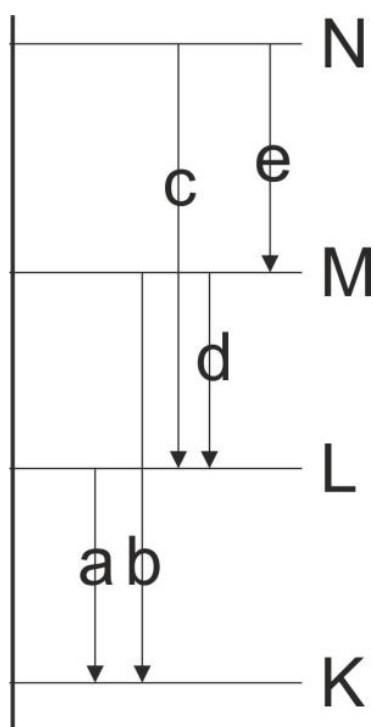
3. Шкала оценки

Экзамен считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 20 баллов (из 40 возможных).

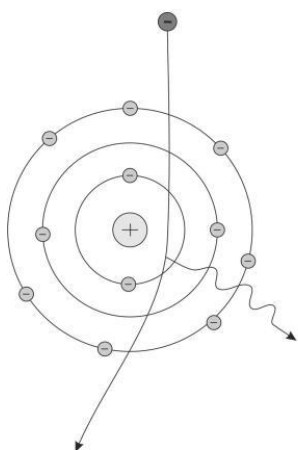
В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Электронная микроскопия»

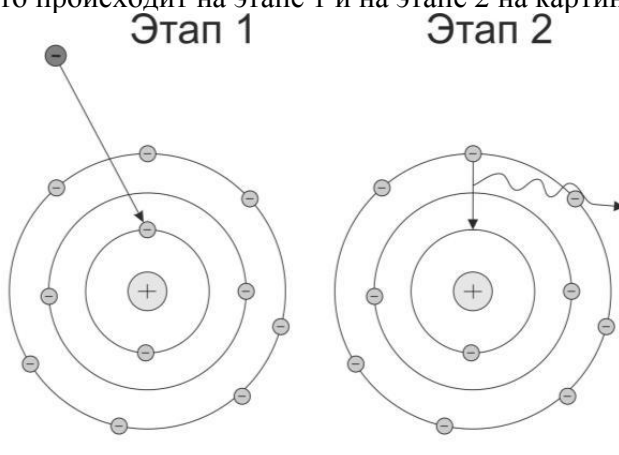
1. Что такое разрешающая способность?
2. По какой причине разрешающая способность электронного микроскопа существенно выше разрешающей способности оптического микроскопа?
3. Какой метод следует использовать в случае исследования дислокационной структуры материала?
4. Какой метод следует использовать в случае исследования поверхности разрушения образца?
5. Какой метод следует использовать в случае исследования фазового состава?
6. Какой метод следует использовать в случае определения ориентировки зерен?
7. Как называется метод для определения элементного состава материала в микрообъемах?
8. Какой тип излучения широко используется в электронной микроскопии для определения элементного состава?
9. По какой причине для работы электронного микроскопа необходим вакуум?
10. Из каких материалов изготавливают катоды для электронных микроскопов?
11. В каком случае электроны можно называть упруго рассеянными?
12. Каким образом образуется излучение $CuK\alpha$?
13. Какой должна быть толщина объектов для просвечивающей электронной микроскопии?
14. В каких случаях будет происходить испускание фотонов атомами?
15. Модель атома Бора применима только для...
16. В оптико-эмиссионном спектральном анализе материал испускает дискретный (прерывистый) спектр если...
17. Метод микрорентгеноспектрального анализа позволяет исследовать материалы в следующем агрегатном состоянии...
18. Какими частицами облучается материал в методе микрорентгеноспектрального анализа?
19. Укажите как будет называться линия в спектре излучения, вызванная соответствующим переходом:



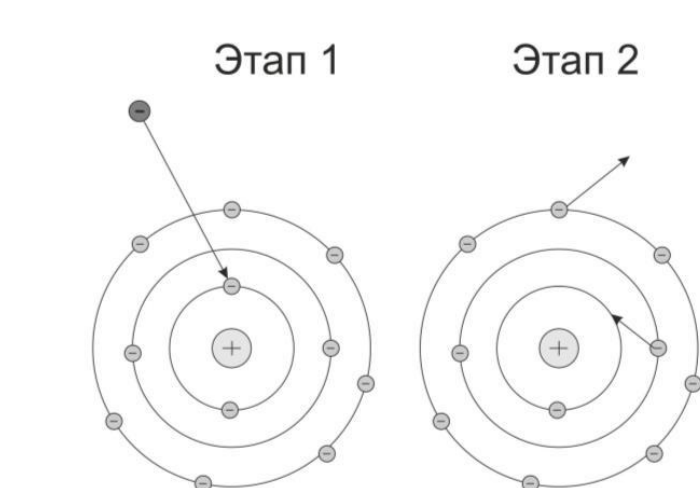
20. Как называется излучение, испускаемое электроном?



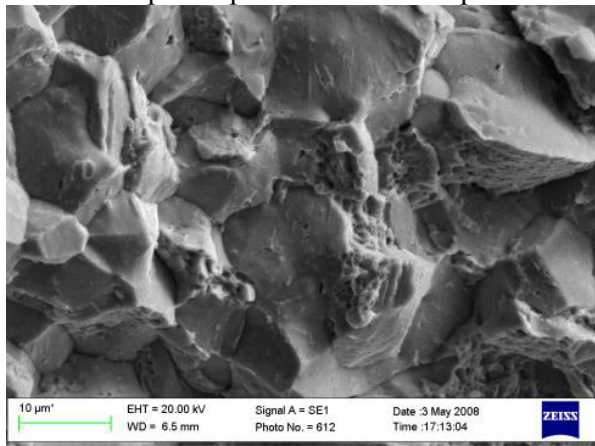
21. Что происходит на этапе 1 и на этапе 2 на картинке?



22. Что происходит на этапе 1 и на этапе 2 на картинке?



23. Метод энергодисперсионного микрорентгеноспектрального анализа (EDX) плохо подходит для определения концентраций лёгких элементов и в особенности углерода. Почему?
24. Сравните между собой особенности изображений, формируемых на растровом электронном микроскопе в режиме вторичных электронов и в режиме обратно рассеянных электронов.
25. Когда их стоит применять режим вторичных электронов и режим обратно рассеянных электронов на растровом электронном микроскопе?
26. Почему для работы РЭМ нужен вакуум?
27. Изображение на представленном ниже рисунке было получено в режиме вторичных или обратно рассеянных электронов? Почему?



28. В каком случае электроны можно называть упруго рассеянными?
29. По какой причине при исследовании материалов методом микрорентгеноспектрального анализа не требуется переводить образец в газообразное состояние?
30. Гексагональный кристалл титана имеет следующие параметры решётки: $a=b=2,45 \text{ \AA}$, $c=4,4 \text{ \AA}$, углы между базисными векторами: $\alpha=\beta=90^\circ$, $\gamma=120^\circ$. Определить межплоскостные расстояния для следующих плоскостей:
100
001
112.
31. Гексагональный кристалл титана имеет следующие параметры решётки: $a=b=2,45 \text{ \AA}$, $c=4,4 \text{ \AA}$, углы между базисными векторами: $\alpha=\beta=90^\circ$, $\gamma=120^\circ$. Определить углы между следующими направлениями: 001 и 111; 100 и 112.
32. Гексагональный кристалл титана имеет следующие параметры решётки: $a=b=2,45 \text{ \AA}$, $c=4,4 \text{ \AA}$, углы между базисными векторами: $\alpha=\beta=90^\circ$, $\gamma=120^\circ$. Определить углы между следующими плоскостями: 001 и 111; 100 и 112.

Паспорт расчетно-графического задания

по дисциплине «Электронная микроскопия», 7 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания по дисциплине студенты выполняют индивидуальное задание.

Задание

Выбрать вариант в соответствии с номером в ведомости

В задачах 1-3 вычислить углы между плоскостями и направлениями в кристаллах с использованием метрического тензора

В задаче 4 построить картину дифракции электронов от заданного материала в заданном направлении. Построить все рефлексы для плоскостей с $d > 1 \text{ \AA}$.

Решение оформляется в соответствии с ГОСТ 7.32-2001 "Отчет о научно исследовательской деятельности. Структура и правила оформления" и в печатном виде сдаются преподавателю на 16 неделе семестра.

Объем пояснительной записки 5-8 стр. компьютерного набора. Формат бумаги А4 – 210 x 297 мм. На титульном листе должны быть указаны дисциплина, номер и наименование темы РГЗ, фамилия, имя и группа студента. Титульный лист оформляется по образцу, приведенному на рисунке 1. Основные составляющие РГЗ: содержание, введение, основная часть, заключение, список использованной литературы. Брошюровка работы должна быть книжной; поля: сверху – 2,0 см, слева – 1,5 см, внизу – 2,0 см, справа – 3,0 см. Шрифт набора текста должен быть 12-14 пунктов. Межстрочный интервал полуторный. Текст должен иллюстрироваться схемами, графиками, рисунками, таблицами. Рисунки должны быть сделаны в векторном графическом редакторе (CorelDraw и т.п.) и могут быть расположены на отдельной странице. Подписуемая подпись должна располагаться под рисунком. Нумерация рисунков сквозная. Список использованной литературы оформляется по ГОСТ.

Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ, оценка составляет 0-10 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ выполнены формально, оценка составляет 11-16 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если части РГЗ выполнены в полном объеме, но без достаточного обоснования, оценка составляет 17-25 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если части РГЗ выполнены в полном объеме, оценка составляет 26-30 баллов.

2. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

3. Примерный перечень тем РГЗ

Вариант	Задача 1	Задача 2	Задача 3	Задача 4
---------	----------	----------	----------	----------

1	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$, $a=b=c=2.3 \text{ \AA}$	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$, $a=3 \text{ \AA}$, $b=3.3 \text{ \AA}$ $c=4.3 \text{ \AA}$	$a=6,216 \text{ \AA}$, $b=6,288 \text{ \AA}$, $c=8,559 \text{ \AA}$, $\alpha=\gamma=90^\circ$, $\beta=95^\circ$	$\alpha\text{-Fe [111]}$
2	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$, $a=b=c=2.4 \text{ \AA}$	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$, $a=2 \text{ \AA}$, $b=3.3 \text{ \AA}$ $c=4.3 \text{ \AA}$	$a=5,316 \text{ \AA}$, $b=6,188 \text{ \AA}$, $c=8,759 \text{ \AA}$, $\alpha=\gamma=90^\circ$, $\beta=96^\circ$	$\gamma\text{-Fe [110]}$
3	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$, $a=b=c=2.5 \text{ \AA}$	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$, $a=3 \text{ \AA}$, $b=4.3 \text{ \AA}$ $c=5.3 \text{ \AA}$	$a=6,119 \text{ \AA}$, $b=6,88 \text{ \AA}$, $c=8,9 \text{ \AA}$, $\alpha=\gamma=90^\circ$, $\beta=99^\circ$	Cu [112]
4	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$, $a=b=c=2.6 \text{ \AA}$	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$, $a=3.2 \text{ \AA}$, $b=3.6 \text{ \AA}$ $c=4.2 \text{ \AA}$	$a=4,11 \text{ \AA}$, $b=6,12 \text{ \AA}$, $c=8,45 \text{ \AA}$, $\alpha=\gamma=90^\circ$, $\beta=93^\circ$	Al [111]
5	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$, $a=b=c=2.7 \text{ \AA}$	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$, $a=3.3 \text{ \AA}$, $b=3.15 \text{ \AA}$ $c=4.12 \text{ \AA}$	$a=6,26 \text{ \AA}$, $b=6,18 \text{ \AA}$, $c=8,9 \text{ \AA}$, $\alpha=\gamma=90^\circ$, $\beta=94,772^\circ$	Nb [120]
6	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$, $a=b=c=2.8 \text{ \AA}$	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$, $a=3 \text{ \AA}$, $b=3.35 \text{ \AA}$ $c=4.13 \text{ \AA}$	$a=5,16 \text{ \AA}$, $b=6,18 \text{ \AA}$, $c=8,29 \text{ \AA}$, $\alpha=\gamma=90^\circ$, $\beta=98^\circ$	Ta [210]
7	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$, $a=b=c=2.9 \text{ \AA}$	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$, $a=3.8 \text{ \AA}$, $b=3.37 \text{ \AA}$ $c=4.23 \text{ \AA}$	$a=6,4 \text{ \AA}$, $b=6,5 \text{ \AA}$, $c=8,7 \text{ \AA}$, $\alpha=\gamma=90^\circ$, $\beta=95^\circ$	W [112]
8	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$, $a=b=c=3.3 \text{ \AA}$	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$, $a=3.2 \text{ \AA}$, $b=3.35 \text{ \AA}$ $c=4.31 \text{ \AA}$	$a=5,05 \text{ \AA}$, $b=6,56 \text{ \AA}$, $c=8,19 \text{ \AA}$, $\alpha=\gamma=90^\circ$, $\beta=93^\circ$	Al [121]
9	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$, $a=b=c=3.4 \text{ \AA}$	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$, $a=3.9 \text{ \AA}$, $b=3.8 \text{ \AA}$ $c=4.11 \text{ \AA}$	$a=4,16 \text{ \AA}$, $b=6,28 \text{ \AA}$, $c=8,32 \text{ \AA}$, $\alpha=\gamma=90^\circ$, $\beta=97^\circ$	$\alpha\text{-Fe [121]}$
10	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$, $a=b=c=3.5 \text{ \AA}$	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$, $a=3.17 \text{ \AA}$, $b=3.23 \text{ \AA}$ $c=4.33 \text{ \AA}$	$a=5,26 \text{ \AA}$, $b=6,8 \text{ \AA}$, $c=8,9 \text{ \AA}$, $\alpha=\gamma=90^\circ$, $\beta=98^\circ$	$\gamma\text{-Fe [122]}$
11	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$, $a=b=c=3.6 \text{ \AA}$	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$, $a=3 \text{ \AA}$, $b=3.19 \text{ \AA}$ $c=4.29 \text{ \AA}$	$a=4,6 \text{ \AA}$, $b=6,8 \text{ \AA}$, $c=8,29 \text{ \AA}$, $\alpha=\gamma=90^\circ$, $\beta=95^\circ$	Cu [132]

12	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$, a=b=c=3.7 Å	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$, a= 3 Å, b=3.9 Å c=4.2 Å	a = 4,3 Å, b = 6,5 Å , c = 8,4 Å, $\alpha=\gamma=90^\circ$, β = 93°	Al [310]
13	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$, a=b=c=3.8 Å	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$, a= 3 Å, b=3.6 Å c=4.7 Å	a = 5,17 Å, b = 6,22 Å , c = 8,33 Å, $\alpha=\gamma=90^\circ$, β = 98°	Nb [011]
14	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$, a=b=c=3.9 Å	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$, a= 3 Å, b=3.6 Å c=4.3 Å	a = 6,19 Å, b = 6,8 Å , c = 8,2 Å, $\alpha=\gamma=90^\circ$, β = 91°	Ta [312]
15	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$, a=b=c=4.1 Å	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$, a= 3 Å, b=3.12 Å c=4.11 Å	a = 5,6 Å, b = 4,18 Å , c = 7,29 Å, $\alpha=\gamma=90^\circ$, β = 99°	W [332]
16	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$, a=b=c=4.3 Å	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$, a= 3.1 Å, b=3.23 Å c=4.22 Å	a = 6,16 Å, b = 6,8 Å , c = 9,29 Å, $\alpha=\gamma=90^\circ$, β = 102°	Al [321]
17	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$, a=b=c=4.2 Å	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$, a= 3.1 Å, b=3.32 Å c=4.31 Å	a = 4,16 Å, b = 6,18 Å , c = 7,9 Å, $\alpha=\gamma=90^\circ$, β = 111°	α -Fe [131]
18	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$, a=b=c=4.4 Å	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$, a= 3.101 Å, b=3.32 Å c=4.31 Å	a = 4,16 Å, b = 5,18 Å , c = 7,29 Å, $\alpha=\gamma=90^\circ$, β = 93°	γ -Fe [122]
19	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$, a=b=c=4.5 Å	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$, a= 3.11 Å, b=3.23 Å c=4.33 Å	a = 6,16 Å, b = 5,18 Å , c = 9,29 Å, $\alpha=\gamma=90^\circ$, β = 98°	Cu [212]
20	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$, a=b=c=4.6 Å	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$, a= 3.12 Å, b=3.32 Å c=4.13 Å	a = 6,36 Å, b = 6,28 Å , c = 7,29 Å, $\alpha=\gamma=90^\circ$, β = 97°	Al [210]
21	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$, a=b=c=4.7 Å	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$, a= 3.07 Å, b=3.23 Å c=4.9 Å	a = 6,18 Å, b = 6,19 Å , c = 9,29 Å, $\alpha=\gamma=90^\circ$, β = 98°	Nb [223]
22	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$, a=b=c=4.15 Å	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$, a= 3.2 Å, b=3.7 Å c=4.2 Å	a = 6,22 Å, b = 6,46 Å , c = 7,29 Å, $\alpha=\gamma=90^\circ$, β = 94°	Ta [213]

23	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$, $a=b=c=4.35 \text{ \AA}$	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$, $a=3 \text{ \AA}$, $b=3.3 \text{ \AA}$ $c=4.3 \text{ \AA}$	$a=6,6 \text{ \AA}$, $b=6,8 \text{ \AA}$, $c=7,29 \text{ \AA}$, $\alpha=\gamma=90^\circ$, $\beta=98^\circ$	W [311]
24	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$, $a=b=c=2.35 \text{ \AA}$	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$, $a=3 \text{ \AA}$, $b=3.3 \text{ \AA}$ $c=4.3 \text{ \AA}$	$a=6,3 \text{ \AA}$, $b=6,82 \text{ \AA}$, $c=8,29 \text{ \AA}$, $\alpha=\gamma=90^\circ$, $\beta=99^\circ$	Al [312]
25	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$, $a=b=c=2.86 \text{ \AA}$	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$, $a=3.1 \text{ \AA}$, $b=3.2 \text{ \AA}$ $c=3.3 \text{ \AA}$	$a=6,26 \text{ \AA}$, $b=6,8 \text{ \AA}$, $c=8,39 \text{ \AA}$, $\alpha=\gamma=90^\circ$, $\beta=94^\circ$	Ta [332]

Углы между плоскостями

	112	113	235	489
111				
110				
221				
157				
189				
100				

Углы между направлениями

	112	113	235	489
111				
110				
221				
157				
189				
100				

Межплоскостные расстояния

110	
221	
157	
189	
100	
111	
112	
113	
235	
489	