



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
Институт физической химии и электрохимии
им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук
(ИФХЭ РАН)**

ПРИНЯТО

Ученым советом ИФХЭ РАН
Протокол № 3 от 20 марта 2012 г.
Председатель Ученого совета

академик



А.Ю. Цивадзе

Рабочая программа дисциплины

**Основы теории упругости и неупругости в
физико-химической механике**

Специальность: Физика конденсированного состояния 01.04.07

Москва
2012

1. Цели и задачи освоения дисциплины

«Основы теории упругости и неупругости в физико-химической механике»

Цели дисциплины: - формирование понятий и роли явлений упругости и неупругости в исследованиях физико-механических и физико-химических характеристик различных по химической природе, строению и структуре систем и материалов.

Задачи дисциплины: - квалифицированное использование и применение положений теории упругости и неупругости в описании взаимосвязей «физико-химические и физико-механические характеристики - структура материалов».

2. Место дисциплины в структуре ООП

Данная дисциплина относится к группе специальных дисциплин отрасли науки «Физико-математические науки» и научной специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния (Приказ Министерства образования и науки РФ от 25 февраля 2009 г. N 59 и научной специальности ООП ППО (в соответствии с Федеральными государственными требованиями (ФГТ))).

Настоящая дисциплина **«Основы теории упругости и неупругости в физико-химической механике»** - модуль основной образовательной программы послевузовского профессионального образования (ООП ППО) по специальности 01.04.07 «Физика конденсированного состояния».

Обучающийся по данной дисциплине должен иметь фундаментальные представления об основах теории упругости и неупругости в физико-химических и физико-механических используемых при исследованиях конденсированных систем. Для обучения по данной дисциплине необходимо высшее образование с освоением курса по теоретической механике в объеме для химических специальностей.

3. Требования к результатам освоения дисциплины -

В рамках данной дисциплины углубляются и развиваются следующие компетенции:

а) общекультурные компетенции: способность к самостоятельному освоению новых методов физико-химической механики, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности; способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения; способность к проведению самостоятельной научно-исследовательской работы;

б) профессиональные компетенции: представление о возможностях описания зависимости «химическая природа, строение, структура-физико-химические и физико-механические характеристики исследуемых систем с использованием основных положений теории упругости и неупругости. Глубокое понимание общих закономерностей зависимости свойств от строения. Анализировать и выбирать оптимальные решения при использовании различных методов исследований. Способность систематизировать и обобщать как уже имеющуюся в литературе, так и самостоятельно полученную в ходе исследований информацию. Научится предлагать и разрабатывать теоретические модельные представления, позволяющие объяснять наблюдаемые результаты процессов и предсказывать пути их оптимизации. Способность проводить анализ, синтез и оптимизацию процессов и использовать в практической деятельности новые знания и умения в проведении самостоятельной научно-исследовательской работы.

в) успешная сдача экзамена по специальности (кандидатский минимум)

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы – 144 часов (1 зачетная единица = 36 часов)

4.1. Структура дисциплины

№ п/п	Наименование дисциплины	Объём учебной работы (в часах)						Вид итогового контроля	
		Всего	Всего аудит	Из аудиторных					Сам. работа
				Лекц	Лаб	Практ	КСР		
1	Основы теории упругости и неупругости в физико-химической механике	144	84	84		36		24	Сдача самостоят. работы

4.2. Содержание дисциплины

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Виды учебной работы и трудоемкость (в часах)				Самостоят. работа
		Лек.	Лаб.	Практ.	КСР	
1	Основы теории упругости	45				12
2	Основы теории неупругости	39		36		12

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Форма проведения занятий (лекц., сем, и т.д.)
I	АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ	1. Введение	
		2. Классификация внешних сил 2.1. Объёмные силы 2.2. Поверхностные силы 2.3. Сосредоточенные и распределенные силы	Лек
		3. Напряжения 3.1. Нормальные и касательные напряжения. Закон парности касательных напряжений; 3.1.1. Одноосное растяжение-сжатие; 3.1.2. Плоское напряженное состояние; 3.1.3. Главные напряжения и главные площадки; 3.2. Тензор напряжений Коши; 3.3. Инварианты напряженного состояния; 3.4. Шаровой тензор, девиатор напряжений. Эллипсоид Ламэ	Лек
II	ТЕОРИЯ ДЕФОРМАЦИЙ	4. Деформация 4.1. Абсолютные и относительные деформации. Перемещения; 4.2. Однородная деформация; 4.3. Компоненты малой деформации; 4.4. Компоненты конечной деформации; 4.5. Изменение угла при деформации; 4.6. Эллипсоид деформации; 4.7. Преобразование компонент деформации; 4.8. Тензор деформации;	Лек

		<p>4.9. Преобразование компонент деформации;</p> <p>4.10. Соотношения Коши;</p> <p>4.11. Уравнение неразрывности деформаций;</p> <p>4.12. Относительное объёмное расширение при деформации;</p> <p>4.13. Дифференциальные зависимости Сен-Венана;</p> <p>4.14. Определение компонент деформации перемещений по компонентам малой деформации;</p> <p>4.15. Формулы Стокса.</p>	
III	СВЯЗЬ МЕЖДУ НАПРЯЖЕНИЕМ И ДЕФОРМАЦИЕЙ	<p>5.1. Приложение первого и второго законов термодинамики к процессу деформации упругого тела;</p> <p>5.2. Энергия деформации;</p> <p>5.3. Обобщенный закон Гука;</p> <p>5.4. Упругий потенциал;</p> <p>5.5. Формула Кастилиано;</p> <p>5.6. Формула Клайперона;</p> <p>5.7. Формула Бетти;</p> <p>5.8. Приведение упругих постоянных;</p> <p>5.9. Модули упругости изотропного тела;</p> <p>5.10. Компоненты деформации в изотропного тела.</p>	Лек
IV	УРАВНЕНИЯ УПРУГОГО РАВНОВЕСИЯ И ДВИЖЕНИЯ	<p>6.1. Необходимые Условия равновесия упругого тела;</p> <p>6.2. Уравнения упругого равновесия и движения;</p> <p>6.3. Уравнения упругого равновесия и движения в перемещениях;</p> <p>6.4. Граничные условия;</p> <p>6.5. Начальные условия;</p> <p>6.6. Уравнения упругого равновесия Коши;</p> <p>6.7. Формулы Максвелла;</p> <p>6.8. Бигармонические функции;</p> <p>6.9. Тождества Бельтрами.</p>	Лек
V	ОБЩИЕ ТЕОРЕМА ТЕОРИИ УПРУГОСТИ	<p>7.1. Теорема Клайперона;</p> <p>7.2. Закон взаимности Бетти;</p> <p>7.3. Теорема Кирхгофа о единственности решения;</p> <p>7.4. Теорема о минимуме работы деформации;</p> <p>7.5. Вариационные уравнения равновесия упругого тела;</p>	Лек

		7.6. Вариационная формула Кастильяно.	
VI	ТЕМПЕРАТУРНЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ	8.1. Гипотеза Неймана; 8.2. Термодинамические уравнения Дюгамеля-Неймана.	Лек
VII	УПРУГИЕ ВОЛНЫ	9.1. Два типа волн; 9.2. Плоские волны; 9.3. Сферические волны; 9.4. Распределение волн в двух направлениях; 9.5. Поверхностные волны; 9.6. Волны Лява.	Лек
IX	ОСНОВЫ ТЕОРИИ НЕУПРУГОСТИ	10.1. Классификация явлений неупругости; 10.2. Основные зависимости при одноосном напряженном состоянии; 10.3. Статические и динамические характеристики явлений неупругости.	Лек
X	ВЯЗКОУПРУГОСТЬ	11.1 Теория затухающей памяти; 11.2. Теория Больцмана-Вольтерра; 11.3. Ядра релаксации	Лек
XI	УПРУГОВЯЗКОСТЬ	12.1. Понятие о подсистемах. Несущая и модифицирующие подсистемы.	Лек
XII	ПЛАСТИЧНОСТЬ	13.1. Природа пластической деформации; 13.2. Условия пластичности; 13.3. Основная задача теории пластичности; 13.4. Теория малых упруго-пластических деформаций; 13.4. Теорема о разгрузке; 13.5. Постановка задачи в теории пластичности; 13.6. Основные уравнения теории упруго-пластической деформации. Соотношения Генки.	Лек
XIII	ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ НЕУПРУГОСТИ	14.1. Упругий и вязкий элементы; 14.2. Модель Максвелла; 14.2.1. Время релаксации; 14.3. Модель Кельвина; 14.3.1. Время ретардации; 14.4. Модель стандартного линейного тела; 14.5. Обобщенная модель	Лек

5. Образовательные технологии

1. Активные образовательные технологии: лекции и самостоятельные работы.
2. Сопровождение лекций визуальным материалов в виде слайдов, подготовленных с использованием современных компьютерных технологий (программный пакет презентаций Microsoft Office Powerpoint), проецируемых на экран с помощью видеопроектора.
3. Проведение практических работ в научной лаборатории, участие обучающихся в научной работе и выполнении исследовательских проектов.
4. Использование специального программного обеспечения и интернет-ресурсов для обучения в ходе практических и самостоятельных работ.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Виды самостоятельной работы: в домашних условиях, в читальном зале библиотеки, на компьютерах с доступом к базам данных и ресурсам Интернет, в лабораториях с доступом к лабораторному оборудованию и приборам. Самостоятельная работа подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим учебники, учебно-методические пособия, конспекты лекций, учебное и научное программное обеспечение, ресурсы Интернет.

Форма контроля знаний – зачет в конце курса, включающий теоретические вопросы и задачу.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. А.Д. Дементьев, Л.А. Назаров, Л.А. Назарова. Прикладные задачи теории упругости. 2002. 223 стр.
2. Александров В. М., Чебаков М. И. Аналитические методы в контактных задачах теории упругости. 2004 год. 302 стр.
3. Бондарь В.С., Даншин В.В. Пластичность. Пропорциональные и непропорциональные нагружения. М.: Физматлит, 2008. 176 с.
4. Казанцев А.Г. Малоцикловая усталость при сложном термомеханическом нагружении. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. 247 с.

б) дополнительная литература:

1. Амензаде Ю. А. Теория упругости. 1976 год. 272 стр.
2. Демидов С.П. Теория упругости. 1979 год. 432 стр.

3. Лурье А.И. Теория упругости. 1970 год. 940 стр.
4. Тимошенко С.П., Гудьер Дж. Теория упругости. Основы. 1975 год. 576 стр.
5. Хан Х. Теория упругости. Основы линейной теории и ее применения. 1988 год. 344 стр.
6. Александров А.Я., Соловьев Ю.И. Пространственные задачи теории упругости. 1978 год. 643 стр.
7. Ильюшин А.А. Пластичность. Основы общей математической теории. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 271 с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Единое окно доступа к образовательным ресурсам Федерального портала Российское образование <http://www.window.edu.ru>.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

НОК располагает материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов теоретической и практической подготовки, предусмотренных учебным планом, а также эффективное выполнение диссертационной работы:

Аудитория для проведения лекций, оснащенная компьютером и проектором для показа слайдов компьютерных презентаций. Компьютеры, объединенные в локальную сеть с выходом в Интернет и подключенные к международным и российским научным базам данных и электронной библиотеке с основными международными научными журналами.

Лаборатория структурообразования в дисперсных системах, лекционная аудитория научно-образовательного комплекса ИФХЭ РАН.

Программа составлена в соответствии с требованиями приказа Минобрнауки России от 16.03.2011 № 1365 «Федеральные государственные требования к структуре основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования (аспирантура)» лабораторией структурообразования в дисперсных системах.

Программа рассмотрена и утверждена секцией Ученого Совета ИФХЭ РАН «Физикохимия нано- и супрамолекулярных систем» (протокол №3 от 10 сентября 2011 г.)