



«1» сентября 2015 г.
Декан факультета фундаментальной
физико-химической инженерии
МГУ имени М.В.Ломоносова
академик С.М. Алдошин

Рабочая программа дисциплины

1. *Наименование дисциплины* - Физика организованных структур
2. *Уровень высшего образования* - аспирантура.
3. *Направление подготовки, направленность* - 04.06.01 «Химические науки». Физическая химия.
4. *Место дисциплины (модуля) в структуре ООП*: относится к вариативной части ОПОП, является обязательной дисциплиной на третий год обучения (5 и 6 семестр).
5. *Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников) в соответствии с Картами компетенций выпускников программ аспирантуры МГУ*

Формируемые компетенции (код компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
ПК-5: способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в области процессов синергетики: самоорганизации в живой и	ВЛАДЕТЬ: методами динамического и статистического описания многочастичных систем, методами физики

неживой природе.	организованных структур, математическими методами расчета параметров самопроизвольного процесса.
	Шифр: В1 (ПК-5)
	УМЕТЬ: рассчитывать параметры систем типа "химический осциллятор", искать порядок в различных областях науки: физике химии, биологии, искать порядок в мире.
	Шифр: У1 (ПК-5)
	ЗНАТЬ: основные положения термодинамики и статистической физики равновесных и неравновесных систем, термодинамическую теорию устойчивости, классические теории фазовых переходов, теорию среднего поля, основные положения неравновесной термодинамики.
	Шифр: З1 (ПК-5)

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 составляет 6 зачетных единиц, всего 216 часов, из которых 158 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (68 часов занятия лекционного типа, 68 часа занятия семинарского типа, 16 часов индивидуальные консультации, 6 часов мероприятия промежуточной аттестации), 54 часа составляет самостоятельная работа обучающегося.

7. *Входные требования для освоения дисциплины предварительные условия (если есть):* необходимо освоить программу специалитета или магистратуры по данному направлению

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

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	Всего (часы)	В том числе					
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) (часы)				Самостоятельная работа обучающегося (часы)	
		Занятия лек-ного типа	Занятия сем-кого типа	Ин-ные кон-ции	всего	домашние задания	всего
Тема 1. Вводная часть. Предмет физики организованных структур. Физика организованных структур как наука о наиболее общих принципах структурной и временной организации. Проблема порядка и беспорядка в структуре материи. Процессы самоорганизации в живой и неживой природе. Примеры из физики, химии, биологии. Детерминированное и случайное поведение. Динамическое и статистическое описание многочастичных систем. Проблема	28	8	8	4	20	8	8

необратимости. Некоторые сведения из теории случайных процессов. Основные положения термодинамики и статистической физики равновесных систем. Динамика, энтропия и информация.							
Тема 2. Равновесные фазовые переходы. Спонтанное упорядочение вещества. Параметр порядка. Изменение параметра порядка при фазовых переходах. Параметр порядка в критических явлениях и фазовых переходах. Термодинамическая теория устойчивости. Фазовые переходы I-го и II-го рода. Фазовый переход пар-жидкость. Бинодаль и спинодаль. Классические теории фазовых переходов. Теория среднего поля. Модель ферромагнетизма Кюри-Вейса. Газ Ван-дер-Ваальса. Эквивалентность теории среднего поля модельной системе с бесконечным радиусом межмолекулярного взаимодействия. Теория Ландау фазовых переходов II-го рода. Гамильтониан Гинзбурга-Ландау-Вильсона. Флуктуационная теория фазовых переходов. Гипотеза подобия. Скейлинговая теория критических показателей.	26	8	8	2	18	8	8
Тема 3. Кинетика фазовых переходов.	30	10	10	2	22	8	8

Процессы зарождения и роста новой фазы в теории фазовых переходов I-го рода. Гетерофазные флуктуации. Зародышеобразование. Теория Фольмера-Деринга-Френкеля-Зельдовича. Рост новой фазы. Теория Лифшица-Слезова. Плавление и кристаллизация. Переход в стеклообразное состояние. Спинодальный распад. Теория Зельдовича-Тодеса. Релаксация параметра порядка вблизи критической точки. Критическое замедление.							
Тема 4. Неравновесные фазовые переходы и диссипативные структуры. Основные положения неравновесной термодинамики. Открытые системы. Законы сохранения и уравнения баланса массы, энергии и энтропии. Соотношения взаимности Онзагера. Стационарные неравновесные состояния. Принцип Пригожина минимального производства энтропии. Термодинамика неравновесных нелинейных систем. Термодинамическая функция Ляпунова. Универсальный критерий эволюции Гленсдорфа-Пригожина.	30	10	10	2	22	8	8
Тема 5. Математический аппарат физики организованных структур. Фазовые портреты динамических	38	14	14	2	30	8	8

систем. Классификация стационарных точек. Асимптотическая устойчивость линейных систем. Критерий Раусса-Гурвица. Линеаризация нелинейных систем. Предельные циклы в нелинейных системах. Теорема Пуанкаре. Бифуркации в нелинейных системах. Странные аттракторы. Теория универсальности Фейгенбаума. Показатели Ляпунова. Энтропия Колмогорова-Синая.							
Тема 6. Применение методов физики организованных структур. Генерация когерентного излучения в лазере как пример неравновесного фазового перехода. Химические осцилляторы. Реакция Белоусова- Жаботинского. Эффект Бенара. Турбулентное движение и структура хаоса. Функциональный порядок в биологических системах.	35	12	12	2	26	9	9
Тема 7. Идеи физики организованных структур в современном естествознании. Локальные упорядоченные состояния в эволюционирующей вселенной. Порядок в математике, физике, химии, биологии. Поиск порядка в мире.	23	6	6	2	14	9	9
Промежуточная аттестация: зачет	3				3	0	0
Промежуточная аттестация: экзамен	3				3	0	0
	216	68	68	16	158	58	58

10. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю).

№ п/п	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме
1.	http://www.sciencedirect.com/	ScienceDirect
2.	http://www.springerlink.com/	SpringerLink
3.	http://scitation.aip.org/	American Institute of Physics
4.	http://www.nature.com	Nature Publishing Group
5.	http://elibrary.ru/	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
6.	http://www.twirpx.com	Электронная библиотека студентов, аспирантов и преподавателей
7.	http://lib.mipt.ru	Электронная библиотека МФТИ
8.	http://gen.lib.rus.ec	Библиотека «Генезис»
9.	http://kinetics.nist.gov/kinetics/index.jsp	База данных по химической кинетике Национального института стандартов и технологий
10.	http://webbook.nist.gov/chemistry/	База данных по химии Национального

		института стандартов и технологий
--	--	-----------------------------------

Календарно-тематический план

Контактные аудиторные часы

Дата	Тема для изучения	Форма проведения занятий	Кол-во часов
02.10.2015	Предмет физики организованных структур. Физика организованных структур как наука о наиболее общих принципах структурной и временной организации.	лекция	2
02.10.2015	Предмет физики организованных структур. Физика организованных структур как наука о наиболее общих принципах структурной и временной организации.	семинар	2
09.10.2015	Проблема порядка и беспорядка в структуре материи. Процессы самоорганизации в живой и неживой природе. Примеры из физики, химии, биологии.	лекция	2
09.10.2015	Проблема порядка и беспорядка в структуре материи. Процессы самоорганизации в живой и неживой природе. Примеры из физики, химии, биологии.	семинар	2
16.10.2015	Детерминированное и случайное поведение.	лекция	2

	Динамическое и статистическое описание многочастичных систем.		
16.10.2015	Детерминированное и случайное поведение. Динамическое и статистическое описание многочастичных систем.	семинар	2
23.10.2015	Проблема необратимости. Некоторые сведения из теории случайных процессов.	лекция	2
23.10.2015	Проблема необратимости. Некоторые сведения из теории случайных процессов.	семинар	2
30.10.2015	Основные положения термодинамики и статистической физики равновесных систем. Динамика, энтропия и информация.	лекция	2
30.10.2015	Основные положения термодинамики и статистической физики равновесных систем. Динамика, энтропия и информация.	семинар	2
06.11.2015	Спонтанное упорядочение вещества. Параметр порядка. Изменение параметра порядка при фазовых переходах. Параметр порядка в критических явлениях и фазовых переходах.	лекция	2
06.11.2015	Спонтанное упорядочение вещества. Параметр порядка. Изменение параметра порядка при фазовых переходах. Параметр порядка в критических явлениях и фазовых переходах.	семинар	2
13.11.2015	Термодинамическая теория устойчивости. Фазовые переходы I-го и II-го рода. Фазовый переход пар-жидкость. Бинодаль и спинодаль.	лекция	2
13.11.2015	Термодинамическая теория устойчивости. Фазовые переходы I-го и II-го рода. Фазовый переход пар-жидкость. Бинодаль и спинодаль.	семинар	2

20.11.2015	Классические теории фазовых переходов. Теория среднего поля. Модель ферромагнетизма Кюри-Вейса. Газ Ван-дер-Ваальса.	лекция	2
20.11.2015	Классические теории фазовых переходов. Теория среднего поля. Модель ферромагнетизма Кюри-Вейса. Газ Ван-дер-Ваальса.	семинар	2
27.11.2015	Эквивалентность теории среднего поля модельной системе с бесконечным радиусом межмолекулярного взаимодействия. Теория Ландау фазовых переходов II-го рода. Гамильтониан Гинзбурга-Ландау-Вильсона.	лекция	2
27.11.2015	Эквивалентность теории среднего поля модельной системе с бесконечным радиусом межмолекулярного взаимодействия. Теория Ландау фазовых переходов II-го рода. Гамильтониан Гинзбурга-Ландау-Вильсона.	семинар	2
04.12.2015	Флуктуационная теория фазовых переходов. Гипотеза подобия. Скейлинговая теория критических показателей.	лекция	2
04.12.2015	Флуктуационная теория фазовых переходов. Гипотеза подобия. Скейлинговая теория критических показателей.	семинар	2
11.12.2015	Процессы зарождения и роста новой фазы в теории фазовых переходов I-го рода. Гетерофазные флуктуации.	лекция	2
11.12.2015	Процессы зарождения и роста новой фазы в теории фазовых переходов I-го рода. Гетерофазные флуктуации.	семинар	2
18.12.2015	Зародышеобразование. Теория Фольмера-Деринга-	лекция	2

	Френкеля-Зельдовича.		
18.12.2015	Зародышеобразование. Теория Фольмера-Деринга-Френкеля-Зельдовича.	семинар	2
25.12.2015	Рост новой фазы. Теория Лифшица-Слезова.	лекция	2
25.12.2015	Рост новой фазы. Теория Лифшица-Слезова.	семинар	2
22.01.2016	Плавление и кристаллизация. Переход в стеклообразное состояние. Спинодальный распад. Теория Зельдовича-Годеса. Релаксация параметра порядка вблизи критической точки. Критическое замедление.	лекция	2
22.01.2016	Плавление и кристаллизация. Переход в стеклообразное состояние. Спинодальный распад. Теория Зельдовича-Годеса. Релаксация параметра порядка вблизи критической точки. Критическое замедление.	семинар	2
29.01.2016	Основные положения неравновесной термодинамики. Открытые системы. Законы сохранения и уравнения баланса массы, энергии и энтропии.	лекция	2
29.01.2016	Основные положения неравновесной термодинамики. Открытые системы. Законы сохранения и уравнения баланса массы, энергии и энтропии.	семинар	2
05.02.2016	Соотношения взаимности Онзагера.	лекция	2
05.02.2016	Соотношения взаимности Онзагера.	семинар	2
12.02.2016	Стационарные неравновесные состояния. Принцип Пригожина минимального производства энтропии.	лекция	2

12.02.2016	Стационарные неравновесные состояния. Принцип Пригожина минимального производства энтропии.	семинар	2
19.02.2016	Термодинамика неравновесных нелинейных систем. Термодинамическая функция Ляпунова. Универсальный критерий эволюции Гленсдорфа-Пригожина.	лекция	2
19.02.2016	Термодинамика неравновесных нелинейных систем. Термодинамическая функция Ляпунова. Универсальный критерий эволюции Гленсдорфа-Пригожина.	семинар	2
04.03.2016	Фазовые портреты динамических систем. Классификация стационарных точек.	лекция	2
04.03.2016	Фазовые портреты динамических систем. Классификация стационарных точек.	семинар	2
11.03.2016	Асимптотическая устойчивость линейных систем. Критерий Раussa-Гурвица.	лекция	2
11.03.2016	Асимптотическая устойчивость линейных систем. Критерий Раussa-Гурвица.	семинар	2
18.03.2016	Линеаризация нелинейных систем. Предельные циклы в нелинейных системах.	лекция	2
18.03.2016	Линеаризация нелинейных систем. Предельные циклы в нелинейных системах.	семинар	2
25.03.2016	Теорема Пуанкаре. Бифуркации в нелинейных системах.	лекция	2
25.03.2016	Теорема Пуанкаре. Бифуркации в нелинейных системах.	семинар	2
01.04.2016	Странные аттракторы. Теория универсальности Фейгенбаума.	лекция	2
01.04.2016	Странные аттракторы. Теория универсальности	семинар	2

	Фейгенбаума.		
08.04.2016	Странные аттракторы. Теория универсальности Фейгенбаума.	лекция	2
08.04.2016	Странные аттракторы. Теория универсальности Фейгенбаума.	семинар	2
15.04.2016	Показатели Ляпунова. Энтропия Колмогорова-Синяя.	лекция	2
15.04.2016	Показатели Ляпунова. Энтропия Колмогорова-Синяя.	семинар	2
22.04.2016	Генерация когерентного излучения в лазере как пример неравновесного фазового перехода.	лекция	2
22.04.2016	Генерация когерентного излучения в лазере как пример неравновесного фазового перехода.	семинар	2
29.04.2016	Химические осцилляторы.	лекция	2
29.04.2016	Химические осцилляторы.	семинар	2
06.05.2016	Реакция Белоусова-Жаботинского.	лекция	2
06.05.2016	Реакция Белоусова-Жаботинского.	семинар	2
13.05.2016	Эффект Бенара.	лекция	2
13.05.2016	Эффект Бенара.	семинар	2
20.05.2016	Турбулентное движение и структура хаоса.	лекция	2
20.05.2016	Турбулентное движение и структура хаоса.	семинар	2

27.05.2016	Функциональный порядок в биологических системах.	лекция	2
27.05.2016	Функциональный порядок в биологических системах.	семинар	2
03.06.2016	Локальные упорядоченные состояния в эволюционирующей вселенной.	лекция	2
03.06.2016	Локальные упорядоченные состояния в эволюционирующей вселенной.	семинар	2
10.06.2016	Порядок в математике, физике, химии, биологии.	лекция	2
10.06.2016	Порядок в математике, физике, химии, биологии.	семинар	2
17.06.2016	Поиск порядка в мире.	лекция	2
17.06.2016	Поиск порядка в мире.	семинар	2
		итого	134

Самостоятельная работа

Сроки выполнения	Тема для изучения	Форма выполнения	Кол-во часов
23.10.2015	Процессы самоорганизации в живой и неживой природе. Примеры из физики, химии, биологии.	Устный доклад	8
20.11.2015	Классические теории фазовых переходов.	Устный доклад	8
25.12.2015	Зародышеобразование. Примеры из научной литературы.	Устный доклад	8

19.02.2016	Термодинамика неравновесных нелинейных систем.	Устный доклад	8
15.04.2016	Фазовые портреты динамических систем. Примеры.	Решение задач	8
27.05.2016	Функциональный порядок в биологических системах.	Устный доклад	9
10.06.2016	Порядок в математике, физике, химии, биологии.	Устный доклад	9
		итого	58

Контактные индивидуальные часы

Дата	Тема для изучения	Формы проведения занятий	Кол-во часов
23.10.2015	Консультации по теме 1	Консультация	4
20.11.2015	Консультации по теме 2	Консультация	2
25.12.2015	Консультации по теме 3	Консультация	2
19.02.2016	Консультации по теме 4	Консультация	2
15.04.2016	Консультации по теме 5	Консультация	2
27.05.2016	Консультации по теме 6	Консультация	2
10.06.2016	Консультации по теме 7	Консультация	2
	итого		16

Итоговое занятие

Дата	Тема для изучения	Формы проведения занятий	Кол-во часов
26.02.16	Зачетное занятие за 5й семестр	зачет	3
24.06.2016	Зачетное занятие на 6й семестр	экзамен	3
	Итого		6

11. Ресурсное обеспечение:

Основная литература

1. Гленсдорф П., Пригожин И. Термодинамическая теория структуры, устойчивости и флуктуаций. М.2003 г.
2. Климонтович Ю.Л. Статистическая теория открытых систем. (М.; Янус, 1995).
3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Статистическая физика. (М.; Наука, 1995).
4. Эбелинг В. Образование структур при необратимых процессах. (М. ; Ижевск, 2004 г.

Дополнительная литература

1. Кадомцев Б.Б. Динамика и информация. Успехи физ.наук. 1994, т.164, №5.
2. Займан Дж. Модели беспорядка. (М. ; Мир, 1982).
3. Заславский Г.М. Стохастичность динамических систем. (М.; Наука, 1984).
4. Карери Дж. Порядок и беспорядок в структуре материи. (М. ; Мир, 1985).
5. Стенли Г. Фазовые переходы и критические явления. (М. ; Мир, 1973).
6. Николис Г., Пригожин И. Самоорганизация в неравновесных системах (М. ; Мир, 1979).
7. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. (М.; Прогресс, 1986).
8. Николис Г., Пригожин И. Познание сложного. (М. ; Мир, 1990).
9. Климонтович Ю.Л.Турбулентное движение и структура хаоса. (М.; Наука, 1990).
10. Толедано Ж-К, Толедано П. Теория Ландау фазовых переходов. (М. ; Мир, 1994).

- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

№ п/п	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме
1.	http://www.sciencedirect.co	ScienceDirect

	m/	
2.	http://www.springerlink.com/	SpringerLink
3.	http://scitation.aip.org/	American Institute of Physics
4.	http://www.nature.com	Nature Publishing Group
5.	http://elibrary.ru/	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
6.	http://www.twirpx.com	Электронная библиотека студентов, аспирантов и преподавателей
7.	http://lib.mipt.ru	Электронная библиотека МФТИ
8.	http://gen.lib.rus.ec	Библиотека «Генезис»
9.	http://kinetics.nist.gov/kinetics/index.jsp	База данных по химической кинетике Национального института стандартов и технологий
10.	http://webbook.nist.gov/chemistry/	База данных по химии Национального института стандартов и технологий

13. Преподаватель – д.ф.н. Разумов Владимир Федорович

Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине «Физика организованных структур» на основе Карт компетенций выпускников программ аспирантуры МГУ

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ и ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине из соответствующих Карт компетенций					ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА
	1	2	3	4	5	
	<i>Неудовлетворительно</i>	<i>Неудовлетворительно</i>	<i>Удовлетворительно</i>	<i>Хорошо</i>	<i>Отлично</i>	
ВЛАДЕТЬ: методами динамического и статистического описания многочастичных систем, методами физики организованных структур, математическими методами расчета параметров самопроизвольного процесса. Шифр: В1 (ПК-5)	Отсутствие навыков владения методами динамического и статистического описания многочастичных систем, методами физики организованных структур, математическими методами расчета параметров самопроизвольного процесса.	Фрагментарные навыки владения методами динамического и статистического описания многочастичных систем, методами физики организованных структур, математическими методами расчета параметров самопроизвольного процесса.	В целом удовлетворительные, но не систематизированные навыки владения методами динамического и статистического описания многочастичных систем, методами физики организованных структур, математическими методами расчета параметров самопроизвольного	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков владения методами динамического и статистического описания многочастичных систем, методами физики организованных структур, математическими методами расчета параметров	Успешное и систематическое применение навыков владения методами динамического и статистического описания многочастичных систем, методами физики организованных структур, математическими методами расчета параметров самопроизвольного	Письменные вопросы

			о процесса.	самопроизвольного о процесса.	о процесса.	
УМЕТЬ: рассчитывать параметры систем типа "химический осциллятор", искать порядок в различных областях науки: физике химии, биологии, искать порядок в мире. Шифр: У1 (ПК-5)	Отсутствие умений рассчитывать параметры систем типа "химический осциллятор", искать порядок в различных областях науки: физике химии, биологии, искать порядок в мире.	Фрагментарные умения рассчитывать параметры систем типа "химический осциллятор", искать порядок в различных областях науки: физике химии, биологии, искать порядок в мире.	В целом удовлетворительные, но не систематизированные умения рассчитывать параметры систем типа "химический осциллятор", искать порядок в различных областях науки: физике химии, биологии, искать порядок в мире.	В целом удовлетворительные, но содержащие отдельные пробелы умения рассчитывать параметры систем типа "химический осциллятор", искать порядок в различных областях науки: физике химии, биологии, искать порядок в мире.	Сформированные умения рассчитывать параметры систем типа "химический осциллятор", искать порядок в различных областях науки: физике химии, биологии, искать порядок в мире.	Практические работы
ЗНАТЬ: основные положения термодинамики и статистической физики равновесных и неравновесных систем, термодинамическую теорию устойчивости, классические теории фазовых	Отсутствие знаний об основных положениях термодинамики и статистической физики равновесных и неравновесных систем, термодинамической теории устойчивости, классических теорий фазовых переходов, теории	Фрагментарные представления об основных положениях термодинамики и статистической физики равновесных и неравновесных систем, термодинамической теории устойчивости, классических теорий фазовых	Неполные представления об основных положениях термодинамики и статистической физики равновесных и неравновесных систем, термодинамической теории устойчивости, классических теорий фазовых	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об основных положениях термодинамики и статистической физики равновесных и неравновесных систем, термодинамической теории устойчивости, классических	Сформированные систематические представления об основных положениях термодинамики и статистической физики равновесных и неравновесных систем, термодинамической теории устойчивости, классических	Письменные вопросы

переходов, теорию среднего поля, основные положения неравновесной термодинамики. Шифр: 31 (ПК-5)	среднего поля, основных положениях неравновесной термодинамики.	переходов, теории среднего поля, основных положениях неравновесной термодинамики.	переходов, теории среднего поля, основных положениях неравновесной термодинамики.	устойчивости, классических теорий фазовых переходов, теории среднего поля, основных положениях неравновесной термодинамики.	теорий фазовых переходов, теории среднего поля, основных положениях неравновесной термодинамики.	
--	--	--	--	--	---	--

Фонды оценочных средств

Перечень контрольных вопросов:

1. Динамическое и статистическое описание многочастичных систем.
2. Фазовые портреты динамических систем. Классификация стационарных точек.
3. Теория устойчивости динамических систем. Показатели Ляпунова.
4. Бифуркации в нелинейных системах.
5. Теория универсальности Фейгенбаума.
6. Изменение параметра порядка при фазовых переходах.
7. Параметр порядка в критических явлениях и фазовых переходах.
8. Фазовые переходы I-го и II-го рода.
9. Фазовый переход пар-жидкость. Бинодаль и спинодаль.
10. Теория среднего поля на примере модели ферромагнетизма Кюри-Вейса.
11. Теория Ландау фазовых переходов II-го рода.
12. Гипотеза подобия. Скейлинговая теория критических показателей.
13. Процессы зарождения и роста новой фазы в теории фазовых переходов
14. Основные положения неравновесной термодинамики.
15. Соотношения взаимности Онзагера. Стационарные неравновесные состояния.
16. Принцип Пригожина минимального производства энтропии.
17. Генерация когерентного излучения в лазере как пример неравновесного фазового перехода.
18. Химические осцилляторы. Реакция Белоусова-Жаботинского.
19. Эффект Бенара.