



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

«СОГЛАСОВАНО»
Руководитель образовательной программы


А.С. Величко

«15» июля 2017 г.

«УТВЕРЖДАЮ»
Заведующий кафедрой
математических методов в экономике


А.С. Величко

«15» июля 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Статистические модели физики в экономике

Направление подготовки 01.04.04 Прикладная математика

магистерская программа «Аналитические, социальные и экономические сети»

Форма подготовки очная

курс 2 семестр 1
лекции 18 час.
практические занятия 0 час.
лабораторные работы 54 час.
в том числе с использованием МАО лек. 0 час. / пр. 0 час. / лаб. 0 час.
всего часов аудиторной нагрузки 72 час.
в том числе с использованием МАО 0 час.
контроль самостоятельной работы 72 час.
самостоятельная работа 108 час.
в том числе на подготовку к экзамену 36 час.
контрольные работы (количество) 0
курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены
зачет не предусмотрен
экзамен 3 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 07.07.2015 № 12-13-1282

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры математических методов в экономике, протокол №16 от «15» июля 2017 г.

Заведующий кафедрой математических методов в экономике, к.ф.-м.н., доцент А.С. Величко

Составитель:

доцент кафедры математических методов в экономике к.ф.-м.н., доцент А.В. Мишаков

АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Статистические модели физики в экономике» предназначена для студентов направления подготовки 01.04.04 «Прикладная математика», магистерская программа «Аналитические, социальные и экономические сети».

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 7 зачетных единиц (252 часа). Дисциплина реализуется на 2 курсе в 1-м семестре. Дисциплина входит в дисциплины по выбору вариативной части блока «Дисциплины (модули)».

Дисциплина основана на знаниях, полученных студентом в курсах математики, теории вероятностей и физики (механики).

Особенности построения курса: лекционные занятия (18 часов), лабораторные работы (54 часа), контроль самостоятельной работы (72 часа), самостоятельная работа (72 часа), подготовка к экзамену (36 часов).

Содержание дисциплины «Статистические модели физики в экономике» охватывает следующий круг вопросов: основные для эконофизики разделы физики (элементы молекулярной физики, термодинамики и статистической физики), а также необходимые для освоения эконофизики элементы математической физики, качественной теории дифференциальных уравнений и теории случайных процессов.

Цель - формирование у студентов целостного естественнонаучного мировоззрения, позволяющее решать конкретные физические задачи и проблемы со статической точки зрения с привлечением соответствующего математического аппарата, а также задачи и проблемы с точек зрения математической физики, качественной теории дифференциальных уравнений и теории случайных процессов.

Задачи:

- знать и применять на практике основные с эконофизической точки зрения разделы физики в её статистической части;

- уметь моделировать физические закономерности с учетом наиболее существенных свойств физической системы и с привлечением соответствующего математического аппарата;
- развить способность ориентироваться в постановке задач и определять, каким образом следует искать средства их решения с точек зрения математической физики, качественной теории дифференциальных уравнений и теории случайных процессов;
- владеть навыками решения практических задач.

Для успешного изучения дисциплины «Статистические модели физики в экономике» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, готовностью использовать для их решения соответствующий естественнонаучный аппарат.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общекультурные, общепрофессиональные, профессиональные компетенции (элементы компетенций).

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК 2 - способность разрабатывать эффективные математические методы решения задач естествознания, техники, экономики и управления	Знает	математические методы решения задач естествознания, техники
	Умеет	разрабатывать математические методы решения задач естествознания, техники
	Владеет	эффективными математическими методами решения задач естествознания, техники
ПК-7 - способность разрабатывать и исследовать математические модели объектов, систем, процессов и технологий, предназначенных для	Знает	математические модели объектов, систем, процессов и технологий, предназначенных для проведения расчетов, анализа, подготовки решений для задач естествознания, техники
	Умеет	разрабатывать и исследовать математические модели объектов, предназначенных для проведения расчетов для задач естествознания, техники

проведения расчетов, анализа, подготовки решений	Владеет	математическими методами проведения расчетов, анализа задач естествознания, техники
ПК-11 – способность использовать современные математические методы для оптимизации, оценки состояния и прогнозирования систем и процессов	Знает	современные математические методы для оценки состояния систем и процессов в задачах естествознания, техники
	Умеет	применять современные математические методы для оценки состояния систем и процессов в задачах естествознания, техники
	Владеет	навыками использования современных математических методов для оценки состояния систем и процессов для решения задач естествознания, техники

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Раздел I. Элементы молекулярной физики, термодинамики и статистической физики (11 часов)

Тема 1. Введение в физику макросистем (1 час)

Необходимость знаний по физике (физике макросистем) при изучении эконофизики. Предмет термодинамики и статистической физики (физики макросистем). Термодинамика и статистическая физика в системе других разделов физики. Размерности и единицы в термодинамике и статистической физике. Классификация теорий термодинамического и статистического описания материи.

Тема 2. Элементы молекулярной физики (1 час)

Атомно-молекулярное строение вещества. Массы и размеры атомов и молекул. Количество вещества.

Тема 3. Элементы статистической физики (3 часа)

Вычисление интегралов Пуассона n -го порядка. Гамма-функция. Связь интеграла Пуассона и гамма-функции. Распределение Максвелла-Больцмана. Вычисление давления газа на стенку сосуда. Распределение Максвелла для модуля скорости. Свойства максвелловского распределения

по скоростям. Энергия идеального газа. Распределение Больцмана. Барометрическая формула. Атмосферы планет. Фазовое пространство. Фазовые средние. Теорема Лиувилля. Микроканоническое распределение. Каноническое распределение Гиббса. Статистическая сумма. Статистический интеграл. Вывод распределения Максвелла из распределения Гиббса. Вывод распределения Больцмана из распределения Гиббса. Связь канонического распределения с микроканоническим распределением. Теорема о равномерном распределении кинетической энергии по степеням свободы и теорема о вириале.

Тема 4. Элементы термодинамики (3 часа)

Термодинамические системы. Термодинамическое равновесие и аддитивность. Температура. Шесть постулатов термодинамики. Внутренняя энергия системы. Работа и теплота. Термические и калорическое уравнения состояния. Первое начало термодинамики. Уравнение состояния идеального газа (уравнение Клапейрона-Менделеева). Уравнение Ван-дер-Ваальса. Теплоемкость. Теплоты изотермического изменения внешних параметров. Теплоемкость идеального газа. Соотношение Майера. Основные термодинамические процессы и их уравнения. Уравнение Пуассона. Политропические процессы. Уравнение и показатель политропы. Работа, совершаемая газом при различных процессах. Второе начало термодинамики. Тепловые машины (КПД тепловой машины, КПД цикла Карно, неравенство Клаузиуса). Энтропия и её свойства. Энтропия идеального газа. Связь между термическим и калорическим уравнениями состояния на основании 2-го начала термодинамики. Третье начало термодинамики. Элементы математического аппарата термодинамики: техника частного дифференцирования и якобианная техника. Метод термодинамических потенциалов. Внутренняя энергия, свободная энергия, энтальпия, потенциал Гиббса. Соотношения Максвелла.

Тема 5. Некоторые сведения о неравновесной статистической физике (3 часа)

Неравновесные макроскопические системы. Локальное равновесие. Уравнение Смолуховского. Уравнение Фоккера-Планка. Кинетическое уравнение Больцмана. Закон возрастания энтропии. Решение кинетического уравнения Больцмана для случая равновесного идеального газа.

Раздел II. Элементы математической физики (3 часа)

Тема 6. Элементы математической физики (3 часа)

Некоторые сведения о дифференциальных уравнениях в частных производных (основные понятия). Вывод (волнового) уравнения колебания струны: постановка основных начально-граничных задач (с начальными условиями Коши и граничными условиями I, II и III-го родов). Вывод уравнения теплопроводности: постановка начально-граничных задач. Задачи, приводящие к уравнениям Пуассона и Лапласа: постановка основных граничных задач (Дирихле, Неймана и Пуанкаре). Понятие о классификации линейных дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка в случае двух независимых переменных. Характеристики. Уравнения гиперболического, эллиптического и параболического типов (понятия). Метод разделения переменных решения краевых задач. Понятия о формулах Грина и функции Грина для уравнений Лапласа и Пуассона. Применение функции Грина к решению краевых задач. Метод разделения переменных решения смешанных задач.

Раздел III. Элементы качественной теории дифференциальных уравнений (2 часа)

Тема 7. Элементы качественной теории дифференциальных уравнений (2 часа)

Понятие о динамических системах, определяемых системой дифференциальных уравнений. Качественная теория для систем двух автономных дифференциальных уравнений (метод изоклин, особые точки, устойчивость стационарного состояния, линейные системы). Исследование устойчивости стационарных состояний нелинейных систем второго порядка

и геометрические типы фазовых портретов вблизи этих состояний (особых точек). Иерархия времён в динамических системах. Теорема Тихонова.

Раздел IV. Элементы теории случайных процессов (2 часа)

Тема 8. Элементы теории случайных процессов (2 часа)

Определение случайного процесса (случайная функция, случайный процесс и случайная последовательность). Некоторые (основные) типы случайных процессов: стационарные случайные процессы, нормальные процессы, процессы с независимыми приращениями, вiнеровский процесс, мiрковские процессы, пуассоновский процесс. Понятие о стохастическом анализе: сходимости в смысле среднего квадратичного; непрерывность, дифференцируемость и интегрируемость случайного процесса.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лабораторные работы (54 часа)

Лабораторная работа № 1. Молекулярно-кинетическая теория – часть 1
(3 часа).

1. Число ударов молекул газа о единицу поверхности стенки сосуда за единицу времени.
2. Уравнение состояния идеального газа (через концентрацию молекул).
3. Средняя энергия молекул.

Лабораторная работа № 2. Молекулярно-кинетическая теория – часть 2
(3 часа).

1. Число ударов молекул газа о единицу поверхности стенки сосуда за единицу времени.

2. Уравнение состояния идеального газа (через концентрацию молекул).

3. Средняя энергия молекул.

Лабораторная работа № 3. Распределение Максвелла – часть 1 (3 часа).

1. Функции распределения Максвелла.

2. Наиболее вероятная, средняя и средняя квадратичная скорости молекул.

3. Приведенная функция распределения Максвелла.

Лабораторная работа № 4. Распределение Максвелла – часть 2 (3 часа).

1. Функции распределения Максвелла.

2. Наиболее вероятная, средняя и средняя квадратичная скорости молекул.

3. Приведенная функция распределения Максвелла.

Лабораторная работа № 5. Распределение Больцмана – часть 1 (3 часа).

1. Распределение Больцмана.

2. Барометрическая формула.

3. Распределение Больцмана в случае дискретных уровней.

Лабораторная работа № 6. Распределение Больцмана – часть 2 (3 часа).

1. Распределение Больцмана.

2. Барометрическая формула.

3. Распределение Больцмана в случае дискретных уровней.

Лабораторная работа № 7. Уравнение состояния газа – часть 1 (3 часа).

1. Уравнение состояния идеального газа (в форме Клапейрона-Менделеева).

2. Уравнение состояния ван-дер-ваальсовского газа (для моля).

Лабораторная работа № 8. Уравнение состояния газа – часть 2 (3 часа).

1. Уравнение состояния идеального газа (в форме Клапейрона-Менделеева).

2. Уравнение состояния ван-дер-ваальсовского газа (для моля).

Лабораторная работа № 9. Термодинамические процессы – часть 1 (3 часа).

1. Изотермический процесс.

2. Изохорический (изохорный) процесс.

3. Изобарический (изобарный) процесс.

4. Адиабатический (адиабатный) процесс.

5. Политропический (политропный) процесс.

Лабораторная работа № 10. Термодинамические процессы – часть 2 (3 часа).

1. Изотермический процесс.

2. Изохорический (изохорный) процесс.

3. Изобарический (изобарный) процесс.

4. Адиабатический (адиабатный) процесс.

5. Политропический (политропный) процесс.

Лабораторная работа № 11. Первое начало термодинамики – часть 1 (3 часа).

1. Первое начало термодинамики.

2. Работа, совершаемая газом.

3. Внутренняя энергия идеального газа.

Лабораторная работа № 12. Первое начало термодинамики – часть 2 (3 часа).

1. Первое начало термодинамики.
2. Работа, совершаемая газом.
3. Внутренняя энергия идеального газа.

Лабораторная работа № 13. Теплоемкость – часть 1 (3 часа).

1. Соотношение Мэйера.
2. Молярная теплоемкость при политропическом процессе.
3. Внутренняя энергия ван-дер-ваальсовского газа.

Лабораторная работа № 14. Теплоемкость – часть 2 (3 часа).

1. Соотношение Майера.
2. Молярная теплоемкость при политропическом процессе.
3. Внутренняя энергия ван-дер-ваальсовского газа.

Лабораторная работа № 15. Второе начало термодинамики – часть 1 (3 часа).

1. КПД тепловой машины.
2. КПД цикла Карно.
3. Неравенство Клаузиуса.

Лабораторная работа № 16. Второе начало термодинамики – часть 2 (3 часа).

1. КПД тепловой машины.
2. КПД цикла Карно.
3. Неравенство Клаузиуса.

Лабораторная работа № 17. Энтропия – часть 1 (3 часа).

1. Приращение энтропии системы.
2. Основное уравнение термодинамики для обратимых процессов.
3. Свободная энергия.

4. Связь между энтропией и статистическим весом.

Лабораторная работа № 18. Энтропия – часть 2 (3 часа).

1. Приращение энтропии системы.
2. Основное уравнение термодинамики для обратимых процессов.
3. Свободная энергия.
4. Связь между энтропией и статистическим весом.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Статистические модели физики в экономике» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

Контролируемые разделы дисциплины, этапы формирования компетенций, виды оценочных средств, зачетно-экзаменационные материалы, комплекты оценочных средств для текущей аттестации, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и

характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(электронные и печатные издания)

1. Иродов И.Е. Физика макросистем. Основные законы. [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — М. : "Лаборатория знаний" (ранее "БИНОМ. Лаборатория знаний"), 2012. — 210 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4393
2. Сивухин, Д.В. Общий курс физики. Том 2. Термодинамика и молекулярная физика. [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2006. — 543 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2316
3. Савельев, И.В. Курс физики. В 3-х тт. Т.1. Механика. Молекулярная физика. [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2008. — 352 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=509
4. Иродов И.Е. Физика макросистем. Основные законы : учебное пособие [для физических и инженерно-технических специальностей вузов], 4-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний , 2010. — 207 с.

Дополнительная литература

(печатные и электронные издания)

1. Иродов, И.Е. Задачи по общей физике [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — М. : "Лаборатория знаний" (ранее "БИНОМ. Лаборатория знаний"), 2012. — 435 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4389
2. Сабитов, К.Б. Уравнения математической физики. [Электронный

- ресурс] : учебник. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2013. — 352 с.
— Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59660
3. Чудесенко В.Ф. Сборник заданий по специальным курсам высшей математики (типовые расчеты). [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2010. — 192 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=433
 4. Хрущева И.В., Щербаков В.И., Леванова Д.С. Основы математической статистики и теории случайных процессов. – СПб.: Лань, 2009. – 336 с.
- Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/426/page1/>
 5. Соколов Г.А. Теория случайных процессов для экономистов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 207 с.

Перечень дополнительных информационно-методических материалов

1. Базаров И.П. Термодинамика. СПб.: Издательство “Лань”, 2009.
2. Ансельм А.И. Основы статистической физики и термодинамики. СПб.: Издательство “Лань”, 2007.
3. Валишев М.Г., Повзнер А.А. Курс общей физики. СПб.: Издательство “Лань”, 2010.
4. Фиргант Е.В. Руководство к решению задач по курсу общей физики. СПб.: Издательство “Лань”, 2009.
5. Савельев И.В. Сборник вопросов и задач по общей физике. СПб.: Издательство “Лань”, 2007.
6. Савченко Н.Е. Решение задач по физике. 10-е изд. – Минск: Высш. шк., 2011.
7. Иванов А.Е., Иванов С.А. Механика. Молекулярная физика и термодинамика. – М.: КНОРУС, 2012.
8. Ремизов А.Н., Потапенко А.Я. Курс физики. – 2-е изд., стер. – М.: Дрофа, 2012.

9. Трофимова Т.И. Курс физики. – Изд. 6-е, стер. – М.: Высш. шк., 2008.
10. Белонучкин В.Е., Заикин Д.А., Ципенюк Ю.М. Основы физики. Курс общей физики. Учебн. В 2 т. Т.2. Квантовая и статистическая физика. – 2-е изд. стер. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011.
11. Калашников Н.П., Смодырев М.А. Основы физики. В 2т. Т.2. – 3-е изд. стер. – М.: Дрофа, 2014.
12. Бондарев Б.В., Калашников Н.П., Спириин Г.Г. Курс общей физики. В 3 кн. Кн. 3. Термодинамика. Статистическая физика. Строение вещества. – 2-е изд. стер. – М.: Высш. шк., 2011.
13. Михлин С.Г. Курс математической физики. – 3-е изд., стер. – СПб.: Изд-во «Лань», 2012.
14. Русак В.Н. Математическая физика. – изд. 3-е, стер. – М.: КомКнига, 2014.
15. Высшая математика. Специальные разделы. Решебник/ Под ред. А.Н. Кириллова. – 2-е изд., стер. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011.
16. Немыцкий В.В., Степанов В.В. Качественная теория дифференциальных уравнений. – Изд. 4-е, стер. – М.: Едиториал УРСС, 2010.
17. Волков И.К., Зуев С.М., Цветкова Г.М. Случайные процессы. – 3-е изд., стер. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013.
18. Миллер Б.М., Попков А.Р. Теория случайных процессов в примерах и задачах. – 2-е изд., стер. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012.

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Рекомендации по планированию и организации времени, отведенного на изучение дисциплины, описание последовательности действий обучающихся

Освоение дисциплины следует начинать с изучения рабочей учебной программы, которая содержит основные требования к знаниям, умениям и

навыкам. Обязательно следует учитывать рекомендации преподавателя, данные в ходе установочных занятий. Затем – приступать к изучению отдельных разделов и тем в порядке, предусмотренном программой.

Получив представление об основном содержании раздела, темы, необходимо изучить материал с помощью рекомендуемой основной литературы. Целесообразно составить краткий конспект или схему, отображающую смысл и связи основных понятий данного раздела и включенных в него тем. Обязательно следует записывать возникшие вопросы, на которые не удалось ответить самостоятельно.

Подготовку к началу обучения включает несколько необходимых пунктов:

1) Необходимо создать для себя рациональный и эмоционально достаточный уровень мотивации к последовательному и планомерному изучению дисциплины.

2) Необходимо изучить список рекомендованной основной и дополнительной литературы и убедиться в её наличии у себя дома или в библиотеке в бумажном или электронном виде.

3) Необходимо иметь «под рукой» специальные и универсальные словари, справочники и энциклопедии, для того, чтобы постоянно уточнять значения используемых терминов и понятий. Пользование словарями и справочниками необходимо сделать привычкой. Опыт показывает, что неудовлетворительное усвоение предмета зачастую коренится в неточном, смутном или неправильном понимании и употреблении понятийного аппарата учебной дисциплины.

4) Желательно в самом начале периода обучения возможно тщательнее спланировать время, отводимое на работу с источниками и литературой по дисциплине, представить этот план в наглядной форме (график работы с датами) и в дальнейшем его придерживаться, не допуская срывов графика индивидуальной работы и «аврала» в предсессионный

период. Пренебрежение этим пунктом приводит к переутомлению и резкому снижению качества усвоения учебного материала.

Рекомендации по работе с литературой

1) Всю учебную литературу желательно изучать «под конспект». Чтение литературы, не сопровождаемое конспектированием, даже пусть самым кратким – бесполезная работа. Цель написания конспекта по дисциплине – сформировать навыки по поиску, отбору, анализу и формулированию учебного материала. Эти навыки обязательны для любого специалиста с высшим образованием независимо от выбранной специальности.

2) Написание конспекта должно быть творческим – нужно не переписывать текст из источников, но пытаться кратко излагать своими словами содержание ответа, при этом максимально структурируя конспект, используя символы и условные обозначения. Копирование и «заучивание» неосмысленного текста трудоемко и по большому счету не имеет большой познавательной и практической ценности.

3) При написании конспекта используется тетрадь, поля в которой обязательны. Страницы нумеруются, каждый новый вопрос начинается с нового листа, для каждого экзаменационного вопроса отводится 1-2 страницы конспекта. На полях размещается вся вспомогательная информация – ссылки, вопросы, условные обозначения и т.д.

4) В итоге данной работы «идеальным» является полный конспект по программе дисциплины, с выделенными определениями, узловыми пунктами, примерами, неясными моментами, проставленными на полях вопросами.

5) При работе над конспектом обязательно выявляются и отмечаются трудные для самостоятельного изучения вопросы, с которыми уместно обратиться к преподавателю при посещении установочных лекций и консультаций, либо в индивидуальном порядке.

б) При чтении учебной и научной литературы всегда необходимо следить за точным и полным пониманием значения терминов и содержания понятий, используемых в тексте. Всегда следует уточнять значения по словарям или энциклопедиям, при необходимости записывать.

7) При написании учебного конспекта обязательно указывать все прорабатываемые источники: автор, название, дата и место издания, с указанием использованных страниц.

Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине: экзамену

К аттестации допускаются студенты, которые систематически в течение всего семестра посещали и работали на занятиях и показали уверенные знания в ходе выполнения практических заданий.

Непосредственная подготовка к аттестации осуществляется по вопросам, представленным в рабочей учебной программе. Тщательно изучите формулировку каждого вопроса, вникните в его суть, составьте план ответа. Обычно план включает в себя:

- определение сущности рассматриваемого вопроса, основных положений, утверждений, определение необходимости их доказательства;
- запись обозначений, формул, необходимых для полного раскрытия вопроса;
- графический материал (таблицы, рисунки, графики), необходимые для раскрытия сущности вопроса;
- роль и значение рассматриваемого материала для практической деятельности, примеры использования в практической деятельности.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине необходима лекционная аудитория.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

по дисциплине «Статистические модели физики в экономике»

Направление подготовки 01.04.04 Прикладная математика

**магистерская программа «Аналитические, социальные и экономические
сети»**

Форма подготовки очная

**Владивосток
2017**

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	4 неделя	Повторение теоретического и практического материала дисциплины, заслушиваемого и конспектируемого в ходе аудиторных занятий; изучение основной и дополнительной литературы, указанной в рабочей учебной программе дисциплины, самоконтроль ответов на основные проблемные вопросы по темам лекций	16 часов	Собеседование
2	6 неделя	Самостоятельный разбор заданий и задач, решаемых на практических занятиях	8 часов	Собеседование
3	10 неделя	Повторение теоретического и практического материала дисциплины, заслушиваемого и конспектируемого в ходе аудиторных занятий; изучение основной и дополнительной литературы, указанной в рабочей учебной программе дисциплины, самоконтроль ответов на основные проблемные вопросы по темам лекций	16 часов	Собеседование
4	12 неделя	Самостоятельный разбор заданий и задач, решаемых на практических занятиях	8 часов	Собеседование
5	16 неделя	Повторение теоретического и практического материала дисциплины, заслушиваемого и конспектируемого в ходе аудиторных занятий; изучение основной и дополнительной литературы, указанной в рабочей учебной программе дисциплины,	16 часов	Собеседование

		самоконтроль ответов на основные проблемные вопросы по темам лекций, выполнение реферативной работы		
6	18 неделя	Самостоятельный разбор заданий и задач, решаемых на практических занятиях	8 часов	Собеседование

Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению

По основным темам предусмотрена самостоятельная работа студентов как в теоретической (проработка лекционного материала с использованием предложенного списка литературы по курсу), так и в практической частях курса (решение домашних заданий с использованием примеров и конкретных ситуаций, рассматриваемых на лекциях, а также с использованием учебных пособий из предложенного списка литературы по курсу). Результаты освоения разделов курса оцениваются на основании самостоятельного решения домашних работ, написания реферата по выбранной теме с итоговым контрольным мероприятием в виде экзамена.

На самостоятельное изучение вынесены отдельные темы курса. Эти темы изучаются самостоятельно, используя учебную литературу, приведенную в списке литературы.

Примеры решения задач повышенной сложности, предназначенных для самостоятельной работы студентов:

Задача 1. Пусть дано уравнение Паули, называемое часто уравнением кинетического баланса или master equation:

$$\frac{\partial w_i}{\partial t} = \sum_j (P_{ij} w_j - P_{ji} w_i) , \quad (1)$$

где w_i - вероятность нахождения системы в состоянии, характеризуемом набором квантовых чисел i , P_{ij} - вероятность перехода в единицу времени из состояния j в состояние i : $P_{ij} \geq 0$, причём

$$P_{ij} = P_{ji} \quad (2)$$

как отражение микроскопической обратимости переходов в замкнутой системе, а также

$$\sum_i w_i = 1 , \quad (3)$$

т.е. уравнение (1) сохраняет нормировку вероятности, что легко доказывается взятием производной по времени от (3) с учетом (1) и (2). Показать, что уравнение Паули (1) приводит к возрастанию энтропии замкнутой системы при любом неравновесном начальном распределении.

Решение. Как известно, энтропия системы равна:

$$S = - \langle \ln w_i \rangle = - \sum_i w_i \ln w_i . \quad (4)$$

Вычислим производную по времени от S :

$$\frac{dS}{dt} = - \frac{d}{dt} \sum_i w_i \ln w_i = - \sum_i (1 + \ln w_i) \frac{\partial w_i}{\partial t} . \quad (5)$$

В силу сохранения условия нормировки (3)

$$\sum_i \frac{\partial w_i}{\partial t} = 0.$$

Поэтому, используя (5), (1) и (2), имеем

$$\begin{aligned} \frac{dS}{dt} &= - \sum_i \ln w_i \frac{\partial w_i}{\partial t} = - \sum_{ij} (P_{ij} w_j - P_{ji} w_i) \ln w_i = \\ &= \sum_{ij} P_{ij} (w_i - w_j) \ln w_i . \end{aligned}$$

Симметризуем это выражение по индексам i и j :

$$\begin{aligned} \frac{dS}{dt} &= \frac{1}{2} \sum_{ij} P_{ij} [(w_i - w_j) \ln w_i + (w_j - w_i) \ln w_j] = \\ &= \frac{1}{2} \sum_{ij} P_{ij} (w_i - w_j) \ln \frac{w_i}{w_j} . \end{aligned}$$

Знак правой части этого выражения определяется знаком функции

$$(x - y) \ln \frac{x}{y} \geq 0 ,$$

причём знак равенства достигается при $x = y$. Таким образом, полученное выражение неотрицательно, поэтому $\frac{dS}{dt} \geq 0$. Знак равенства имеет место при

$w_i = w_j$ для любых i и j . Этот случай ($\frac{dS}{dt} = 0$) соответствует равновесному состоянию в микроканоническом ансамбле, описывающем замкнутую

систему. Итак, при любом начальном неравновесном распределении, когда $w_i \neq w_j$, имеем $\frac{dS}{dt} > 0$.

Задача 2. Решить методом разделения переменных следующую задачу математической физики: $\Delta u = 0$, $u|_{r=R} = f(\varphi, \theta)$.

Решение. Здесь $\Delta u = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2}$, (r, φ, θ) - сферические координаты точки (x, y, z) ; $f(\varphi, \theta)$ - заданная функция.

Частные решения уравнения Лапласа, записанного в сферических координатах

$$\frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial u}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2 \sin^2 \theta} \frac{\partial^2 u}{\partial \varphi^2} + \frac{1}{r^2 \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\sin \theta \frac{\partial u}{\partial \theta} \right) = 0, \quad (1)$$

будем искать в виде

$$u(r, \varphi, \theta) = R(r)X(\varphi, \theta). \quad (2)$$

Подставляя (2) в (1), получаем уравнения

$$r^2 R'' + 2rR' - \lambda R = 0, \quad (3)$$

$$\frac{1}{\sin^2 \theta} \frac{\partial^2 X}{\partial \varphi^2} + \frac{1}{\sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left[(\sin \theta) \frac{\partial X}{\partial \theta} \right] + \lambda X = 0. \quad (4)$$

Будем искать решения уравнения (4) в виде $X(\varphi, \theta) = \Phi(\varphi)\Psi(\theta)$.

С учетом соотношения $X(\varphi + 2\pi, \theta) = X(\varphi, \theta)$ получаем

$$\Phi'' + \mu\Phi = 0, \quad \Phi(\varphi + 2\pi) = \Phi(\varphi), \quad (5)$$

$$\frac{1}{\sin \theta} \frac{d}{d\theta} \left(\sin \theta \frac{d\Psi}{d\theta} \right) + \left(\lambda - \frac{\mu}{\sin^2 \theta} \right) \Psi = 0. \quad (6)$$

Из (5) имеем $\mu = k^2$, $k = 0, 1, 2, \dots$ и

$$\Phi_k(\varphi) = A_k \cos k\varphi + B_k \sin k\varphi, \quad k = 0, 1, 2, \dots$$

Полагая в (6) $\xi = \cos \theta$ и обозначая $\Psi(\theta) = Y(\cos \theta) = Y(\xi)$, получаем

$$\frac{d}{d\xi} \left[(1 - \xi^2) \frac{dY}{d\xi} \right] + \left(\lambda - \frac{k^2}{1 - \xi^2} \right) Y = 0.$$

Это уравнение имеет ограниченные на отрезке $[-1; 1]$ решения тогда и только тогда, когда $\lambda = n(n + 1)$, и этими решениями являются функции

$$P_n^k(\xi) = (1 - \xi^2)^{k/2} \frac{d^k P_n(\xi)}{d\xi^k},$$

где $P_n(\xi)$, $n = 0, 1, 2, \dots$ - полиномы Лежандра;

$$P_n(\xi) = \frac{1}{2^n n!} \frac{d^n}{d\xi^n} [(\xi^2 - 1)^n], \quad \int_{-1}^1 P_n(\xi) P_m(\xi) d\xi = \begin{cases} 0, & m \neq n, \\ \frac{2}{2n+1}, & m = n. \end{cases}$$

Таким образом, мы находим частные решения уравнения (4):

$$X_n(\varphi, \theta) = A_0 P_n(\cos \theta) + \sum_{k=1}^n (A_k \cos k\varphi + B_k \sin k\varphi) P_n^k(\cos \theta)$$

и общее решение уравнения (3) при $\lambda = n(n+1)$, $0 \leq k \leq n$:

$$R_n(r) = C_n r^n + D_n / r^{n+1}.$$

Следовательно, искомые частные решения уравнения (1) могут быть представлены в виде

$$u_n(r, \varphi, \theta) = (C_n r^n + D_n / r^{n+1}) X_n(\varphi, \theta).$$

Таким образом, решение заявленной задачи следует искать в виде $u(r, \varphi, \theta) =$

$$= \sum_{n=0}^{\infty} r^n \left[A_{0n} P_n(\cos \theta) + \sum_{k=1}^n (A_{kn} \cos k\varphi + B_{kn} \sin k\varphi) P_n^k(\cos \theta) \right],$$

где A_{0n} , $n = 0, 1, 2, \dots$; A_{kn}, B_{kn} , $k = 0, 1, 2, \dots, n$, $n = 1, 2, \dots$, определяются через коэффициенты разложения функции $f(\varphi, \theta)$:

$$f(\varphi, \theta) = \sum_{n=0}^{\infty} \left[\tilde{A}_{0n} P_n(\cos \theta) + \sum_{k=1}^n (\tilde{A}_{kn} \cos k\varphi + \tilde{B}_{kn} \sin k\varphi) P_n^k(\cos \theta) \right].$$

Замечание. Студент перед решением представленной задачи должен ответить на вопрос, к какому классу задач она относится.

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

Самостоятельная работа включает в себя повторение теоретического и практического материала дисциплины, заслушиваемого и конспектируемого в ходе аудиторных занятий; изучение основной и дополнительной литературы, указанной в рабочей учебной программе дисциплины; самоконтроль ответов на основные проблемные вопросы по темам занятий; самостоятельный разбор заданий и задач, решаемых на практических занятиях; самостоятельный повтор действий, осуществляемых в ходе выполнения лабораторных работ, в том числе при работе со специальным программным обеспечением.

Результаты самостоятельной работы представляются и оформляются в виде ответов на основные положения теоретического и практического материала дисциплины по темам; письменного разбора процесса решения практических заданий и задач; собственных действий, осуществляемых в ходе выполнения лабораторных работ.

В случае подготовки слайдов для защиты проекта, они должны быть контрастными (рекомендуется черный цвет шрифта на светлом фоне), кегль текста слайдов – не менее 22pt, заголовков – 32pt. Основная цель

использования слайдов - служить вспомогательным инструментом к подготовленному выступлению, цитирование больших фрагментов текста на слайдах не допускается. Приветствуется использование рисунков, графиков, таблиц, интерактивного материала, однако, следует предусмотреть выбор цвета и толщину линий.

Слайды должны содержать титульный лист, цели и задачи (не более 2-х слайдов с обзором актуальности, новизны, теоретической и практической значимости работы), основные публикации с их кратким обзором (1-2 слайда), формальную постановку задачи и формулировку моделей (1-2 слайда), краткое тезисное (!) изложение ключевых положений работы (разумное количество слайдов с учетом общего времени выступления), заключение (с изложением результатов работы, подведением выводов, обсуждением практического использования работы, возможностей проведения дальнейших исследований и разработок в данной области).

Как правило, 12-15 слайдов оказывается достаточным для полного представления работы.

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

Общие критерии оценки выполнения самостоятельной работы – правильность ответов на вопросы по темам теоретической части дисциплины, верность получаемых ответов в ходе решения практических заданий и задач, достижение правильного результата при осуществлении собственных действий по лабораторным работам.

Оценивание знаний в форме собеседования проводится по критериям:

- логичность изложения, знание и понимание основных аспектов и дискуссионных проблем по теме;
- владение методами и приемами анализа теоретических и/или практических аспектов по теме.

Оценивание знаний в форме проекта проводится по критериям:

- завершенность и полнота выполненных заданий в рамках проекта;
- владение методами и приемами решения конкретных задач и самостоятельность использования специализированного программного обеспечения;
- качество оформления письменного отчета в соответствии с правилами и стандартами оформления.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине «Статистические модели физики в экономике»
Направление подготовки 01.04.04 Прикладная математика
магистерская программа «Аналитические, социальные и экономические
сети»
Форма подготовки очная

Владивосток
2017

**Паспорт
фонда оценочных средств
по дисциплине «Статистические модели физики в экономике»**

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
	ОПК 2 - способность разрабатывать эффективные математические методы решения задач естествознания, техники, экономики и управления	Знает
Умеет		разрабатывать математические методы решения задач естествознания, техники
Владеет		эффективными математическими методами решения задач естествознания, техники
ПК-7 - способность разрабатывать и исследовать математические модели объектов, систем, процессов и технологий, предназначенных для проведения расчетов, анализа, подготовки решений	Знает	математические модели объектов, систем, процессов и технологий, предназначенных для проведения расчетов, анализа, подготовки решений для задач естествознания, техники
	Умеет	разрабатывать и исследовать математические модели объектов, предназначенных для проведения расчетов для задач естествознания, техники
	Владеет	математическими методами проведения расчетов, анализа задач естествознания, техники
ПК-11 – способность использовать современные математические методы для оптимизации, оценки состояния и прогнозирования систем и процессов	Знает	современные математические методы для оценки состояния систем и процессов в задачах естествознания, техники
	Умеет	применять современные математические методы для оценки состояния систем и процессов в задачах естествознания, техники
	Владеет	навыками использования современных математических методов для оценки состояния систем и процессов для решения задач естествознания, техники

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование		
			текущий контроль		промежуточная аттестация
1	Введение в физику макросистем и элементы	ОПК-2	Знает	Собеседование (УО-1)	Экзамен, вопросы 1-3
			Умеет	Реферат (ПР-4)	Экзамен, реферат 1-3, 8-18
			Владеет	Реферат (ПР-4)	Экзамен, реферат 1-3, 8-18
		ПК-7	Знает	Собеседование (УО-1)	Экзамен, вопросы 1-3

	молекулярно й физики. Элементы математическ ой физики	ПК-11	Умеет	Реферат (ПР-4)	Экзамен, реферат 1-3, 8-18
			Владеет	Реферат (ПР-4)	Экзамен, реферат 1-3, 8-18
			Знает	Собеседование (УО-1)	Экзамен, вопросы 1-3
			Умеет	Реферат (ПР-4)	Экзамен, реферат 1-3, 8-18
			Владеет	Реферат (ПР-4)	Экзамен, реферат 1-3, 8-18
2	Элементы статистическ ой физики. Элементы теории случайных процессов	ОПК-2	Знает	Собеседование (УО-1)	Экзамен, вопросы 4-18, 22-30
			Умеет	Реферат (ПР-4)	Экзамен, реферат 4, 7
			Владеет	Реферат (ПР-4)	Экзамен, реферат 4, 7
		ПК-7	Знает	Собеседование (УО-1)	Экзамен, вопросы 4-18, 22-30
			Умеет	Реферат (ПР-4)	Экзамен, реферат 4, 7, 22-30
			Владеет	Реферат (ПР-4)	Экзамен, реферат 4, 7, 22-30
		ПК-11	Знает	Собеседование (УО-1)	Экзамен, вопросы 4-18, 22-30
			Умеет	Реферат (ПР-4)	Экзамен, реферат 4, 7, 22-30
			Владеет	Реферат (ПР-4)	Экзамен, реферат 4, 7, 22-30
3	Элементы термодинами ки. Элементы качественной теории дифференци альных уравнений	ОПК-2	Знает	Собеседование (УО-1)	Экзамен, вопросы 19-34
			Умеет	Реферат (ПР-4)	Экзамен, реферат 5, 19-21
			Владеет	Реферат (ПР-4)	Экзамен, реферат 5, 19-21
		ПК-7	Знает	Собеседование (УО-1)	Экзамен, вопросы 19-34
			Умеет	Реферат (ПР-4)	Экзамен, реферат 5, 19-21
			Владеет	Реферат (ПР-4)	Экзамен, реферат 5, 19-21
		ПК-11	Знает	Собеседование (УО-1)	Экзамен, вопросы 19-34
Умеет	Реферат (ПР-4)		Экзамен, реферат 5, 19-21		
Владеет	Реферат (ПР-4)		Экзамен, реферат 5, 19-21		
4	Элементы неравновесно й статистическ ой физики	ОПК-2	Знает	Собеседование (УО-1)	Экзамен, вопросы 35-40
			Умеет	Реферат (ПР-4)	Экзамен, реферат 6
			Владеет	Реферат (ПР-4)	Экзамен, реферат 6
		ПК-7	Знает	Собеседование (УО-1)	Экзамен, вопросы 35-40
			Умеет	Реферат (ПР-4)	Экзамен, реферат 6
			Владеет	Реферат (ПР-4)	Экзамен, реферат 6
		ПК-11	Знает	Собеседование (УО-1)	Экзамен, вопросы 35-40
			Умеет	Реферат (ПР-4)	Экзамен, реферат 6
			Владеет	Реферат (ПР-4)	Экзамен, реферат 6

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		Критерии	Показатели
ОПК 2 - способность разрабатывать эффективные математические методы решения задач естествознания, техники, экономики и управления	Знает	математические методы решения задач естествознания, техники	Правильность (верность) ответов	Качество ответов на вопросы по темам
	Умеет	разрабатывать математические методы решения задач естествознания, техники	Самостоятельность выполнения и соблюдение логически обоснованной последовательности действий	Использование моделей и методов при подготовке рефератов по темам
	Владеет	эффективными математическими методами решения задач естествознания, техники	Результативность выполнения, достижение поставленной цели, получение результатов, формулирование выводов	Применение моделей и методов для практических задач и ситуаций при подготовке рефератов по темам
ПК-7 - способность разрабатывать и исследовать математические модели объектов, систем, процессов и технологий, предназначенных для проведения расчетов, анализа, подготовки решений	Знает	математические модели объектов, систем, процессов и технологий, предназначенных для проведения расчетов, анализа, подготовки решений для задач естествознания, техники	Правильность (верность) ответов	Качество ответов на вопросы по темам
	Умеет	разрабатывать и исследовать математические модели объектов, предназначенных для проведения расчетов для задач естествознания, техники	Самостоятельность выполнения и соблюдение логически обоснованной последовательности действий	Использование моделей и методов при подготовке рефератов по темам
	Владеет	математическими методами проведения расчетов, анализа задач естествознания, техники	Результативность выполнения, достижение поставленной цели, получение результатов, формулирование выводов	Применение моделей и методов для практических задач и ситуаций при подготовке рефератов по темам
ПК-11 – способность использовать	Знает	современные математические методы для оценки	Правильность (верность) ответов	Качество ответов на вопросы по

современные математические методы для оптимизации, оценки состояния и прогнозирования систем и процессов		состояния систем и процессов в задачах естествознания, техники		темам
	Умеет	применять современные математические методы для оценки состояния систем и процессов в задачах естествознания, техники	Самостоятельность выполнения и соблюдение логически обоснованной последовательности действий	Использование моделей и методов при подготовке рефератов по темам
	Владеет	навыками использования современных математических методов для оценки состояния систем и процессов для решения задач естествознания, техники	Результативность выполнения, достижение поставленной цели, получение результатов, формулирование выводов	Применение моделей и методов для практических задач и ситуаций при подготовке рефератов по темам

Зачетно-экзаменационные материалы

Вопросы для подготовки к экзамену

по дисциплине «**Статистические модели физики в экономике**»

Раздел 1. Введение в физику макросистем. Элементы молекулярной физики

1. Необходимость знаний по физике (физике макросистем) при изучении эконофизики. Предмет термодинамики и статистической физики (физики макросистем). Термодинамика и статистическая физика в системе других разделов физики.

2. Размерности и единицы в термодинамике и статистической физике. Классификация теорий термодинамического и статистического описания материи.

3. Атомно-молекулярное строение вещества. Массы и размеры атомов и молекул. Количество вещества.

Тема 2. Элементы статистической физики

4. Вычисление интегралов Пуассона n -го порядка.

5. Гамма-функция. Связь интеграла Пуассона и гамма-функции.
6. Распределение Максвелла-Больцмана.
7. Вычисление давления газа на стенку сосуда.
8. Распределение Максвелла для модуля скорости.
9. Свойства максвелловского распределения по скоростям.

Энергия идеального газа.

10. Распределение Больцмана.
11. Барометрическая формула. Атмосферы планет.
12. Фазовое пространство. Фазовые средние. Теорема Лиувилля.
13. Микроканоническое распределение.
14. Каноническое распределение Гиббса. Статистическая сумма.

Статистический интеграл.

15. Вывод распределения Максвелла из распределения Гиббса.
16. Вывод распределения Больцмана из распределения Гиббса.
17. Связь канонического распределения с микроканоническим распределением.
18. Теорема о равномерном распределении кинетической энергии по степеням свободы и теорема о вириале.

Тема 3. Элементы термодинамики

19. Термодинамические системы. Термодинамическое равновесие и аддитивность. Температура. Шесть постулатов термодинамики.
20. Внутренняя энергия системы. Работа и теплота.
21. Термические и калорическое уравнения состояния.
22. Первое начало термодинамики.
23. Уравнение состояния идеального газа (уравнение Клапейрона-Менделеева). Уравнение Ван-дер-Ваальса.
24. Теплоемкость. Теплоты изотермического изменения внешних параметров. Теплоемкость идеального газа. Соотношение Майера.
25. Основные термодинамические процессы и их уравнения. Уравнение Пуассона.

26. Политропические процессы. Уравнение и показатель политропы.
27. Работа, совершаемая газом при различных процессах.
28. Второе начало термодинамики.
29. Тепловые машины (КПД тепловой машины, КПД цикла Карно, неравенство Клаузиуса).
30. Энтропия и её свойства. Энтропия идеального газа.
31. Связь между термическим и калорическим уравнениями состояния на основании 2-го начала термодинамики.
32. Третье начало термодинамики.
33. Элементы математического аппарата термодинамики: техника частного дифференцирования и якобианная техника.
34. Метод термодинамических потенциалов. Внутренняя энергия, свободная энергия, энтальпия, потенциал Гиббса. Соотношения Максвелла.

Тема 4. Некоторые сведения о неравновесной статистической физике

35. Неравновесные макроскопические системы. Локальное равновесие.
36. Уравнение Смолуховского.
37. Уравнение Фоккера-Планка.
38. Кинетическое уравнение Больцмана.
39. Закон возрастания энтропии.
40. Решение кинетического уравнения Больцмана для случая равновесного идеального газа.

Комплекты оценочных средств для текущей аттестации

Вопросы для собеседования

по дисциплине «Статистические модели физики в экономике»

Раздел 1. Элементы математической физики

1. Некоторые сведения о дифференциальных уравнениях в частных производных (основные понятия).
2. Вывод (волнового) уравнения колебания струны: постановка основных начально-граничных задач (с начальными условиями Коши и граничными условиями I, II и III-го родов).
3. Вывод уравнения теплопроводности: постановка начально-граничных задач.
4. Задачи, приводящие к уравнениям Пуассона и Лапласа: постановка основных граничных задач (Дирихле, Неймана и Пуанкаре).
5. Понятие о классификации линейных дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка в случае двух независимых переменных. Характеристики.
6. Уравнения гиперболического, эллиптического и параболического типов (понятие).
7. Метод разделения переменных решения краевых задач.
8. Понятия о формулах Грина и функции Грина для уравнений Лапласа и Пуассона.
9. Применение функции Грина к решению краевых задач.
10. Метод разделения переменных решения смешанных задач.

Раздел 2. Элементы качественной теории дифференциальных уравнений

1. Понятие о динамических системах, определяемых системой дифференциальных уравнений.

2. Качественная теория для систем двух автономных дифференциальных уравнений (метод изоклин, особые точки, устойчивость стационарного состояния, линейные системы).

3. Исследование устойчивости стационарных состояний нелинейных систем второго порядка и геометрические типы фазовых портретов вблизи этих состояний (особых точек).

4. Иерархия времён в динамических системах.

5. Теорема Тихонова.

Раздел 3. Элементы теории случайных процессов

1. Определение случайного процесса (случайная функция, случайный процесс и случайная последовательность).

2. Некоторые (основные) типы случайных процессов: стационарные случайные процессы, нормальные процессы, процессы с независимыми приращениями, винеровский процесс, марковские процессы, пуассоновский процесс.

3. Понятие о стохастическом анализе: сходимости в смысле среднего квадратичного; непрерывность, дифференцируемость и интегрируемость случайного процесса.

Критерии оценки:

✓ 100-86 баллов – если ответ показывает глубокое и систематическое знание всего лекционного материала и структуры конкретного вопроса, а также основного содержания и новаций лекционного курса по сравнению с учебной литературой. Студент демонстрирует отчетливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области. Знание основной литературы и знакомство с дополнительно рекомендованной литературой. Логически корректное и убедительное изложение ответа.

✓ 85-76 баллов – знание основного содержания лекционного курса; умение пользоваться концептуально-понятийным аппаратом в процессе анализа основных проблем в рамках данной темы; знание важнейших работ из списка рекомендованной литературы. В целом логически корректное, но не всегда точное и аргументированное изложение ответа.

✓ 75-61 балл – фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса; затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии учебной дисциплины; неполное знакомство с рекомендованной литературой; частичные затруднения с выполнением предусмотренных программой заданий; стремление логически определенно и последовательно изложить ответ.

✓ 60-50 баллов – незнание, либо отрывочное представление о данной проблеме в рамках лекционного материала; неумение использовать понятийный аппарат; отсутствие логической связи в ответе.

Темы рефератов
по дисциплине «Статистические модели физики в экономике»

1. Структура физики по отношению к трем фундаментальным константам. Место термодинамики и статистической физики в этой структуре.
2. Структура микромира. Концепция объединения физических взаимодействий. Теория размерностей. Планковские величины.
3. Концепция тепловой смерти Вселенной. Направление времени.
4. Уравнение движения фазового ансамбля. Укороченное уравнение Лиувíлля.
5. Элементы неравновесной термодинамики.
6. Элементы классической статистической теории равновесных состояний и неравновесных процессов (в идеологии Гиббса).
7. Элементы квантовой статистической теории равновесных состояний (в идеологии Гиббса).
8. Задача Штúрма-Лиувíлля. Свойства собственных значений и собственных функций.
9. Задача Дирихлé для (эллиптического) уравнения Лапласа в круге заданного радиуса.
10. Задача Дирихле для (эллиптического) уравнения Лапласа в шаре заданного радиуса.
11. Задача Дирихле для (эллиптического) уравнения Лапласа в шаровом слое и метод сведения уравнения Пуассóна к уравнению Лапласа.
12. Метод разделения переменных в применении к уравнению Гельмгóльца в шаре заданного радиуса.
13. Первая смешанная задача для волнового (гиперболического) уравнения на отрезке заданной длины.

14. Первая смешанная задача для волнового уравнения в прямоугольнике заданных размеров.
15. Первая смешанная задача для волнового уравнения в круге заданного радиуса.
16. Первая смешанная задача для (параболического) уравнения теплопроводности на отрезке заданной длины.
17. Первая смешанная задача для уравнения теплопроводности в круге заданного радиуса (случай осевой симметрии).
18. Задача Коши для нестационарных гиперболических уравнений.
19. Критерии существования периодических решений.
20. Приводимые системы для матричного дифференциального уравнения.
21. Теория характеристических чисел А.М. Ляпунова для системы дифференциальных уравнений.
22. Белый шум.
23. Преобразование стационарного случайного процесса при его прохождении через линейную динамическую систему.
24. Цепи Мэркова.
25. Уравнение Колмогорова для вероятностей состояний.
26. Процесс гибели – размножения и циклический процесс.
27. Модели авторегрессии и скользящего среднего.
28. Многомерные разностные линейные стохастические уравнения.
29. Фильтр Калмана.
30. Нелинейная фильтрация мэрковских случайных последовательностей.

Критерии оценки:

✓ 100-86 баллов выставляется, если студент выразил своё мнение по сформулированной проблеме, аргументировал его, точно определив ее содержание и составляющие. Продемонстрировано знание и владение

навыком самостоятельной исследовательской работы по теме исследования. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет.

✓ 85-76 - баллов – работа студента характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не более 1 ошибки при объяснении смысла или содержания проблемы. Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет.

✓ 75-61 балл – проведен достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проблемы; понимание базовых основ и теоретического обоснования выбранной темы. Привлечены основные источники по рассматриваемой теме. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы.

✓ 60-50 баллов – если работа представляет собой пересказанный или полностью переписанный исходный текст без каких бы то ни было комментариев, анализа. Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Допущено три или более трех ошибок смыслового содержания раскрываемой проблемы.

Описание показателей и критериев оценивания компетенций, шкал оценивания

Критерии оценки собеседования

✓ 100-86 баллов – если ответ показывает глубокое и систематическое знание всего лекционного материала и структуры конкретного вопроса, а также основного содержания и новаций лекционного курса по сравнению с учебной литературой. Студент демонстрирует отчетливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области. Знание основной литературы и знакомство с дополнительно рекомендованной литературой. Логически корректное и убедительное изложение ответа.

✓ 85-76 баллов – знание основного содержания лекционного курса; умение пользоваться концептуально-понятийным аппаратом в процессе анализа основных проблем в рамках данной темы; знание важнейших работ из списка рекомендованной литературы. В целом логически корректное, но не всегда точное и аргументированное изложение ответа.

✓ 75-61 балл – фрагментарные, поверхностные знания содержания лекционного курса; затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии учебной дисциплины; неполное знакомство с рекомендованной литературой; частичные затруднения с выполнением предусмотренных практической частью курса заданий; стремление логически определенно и последовательно изложить ответ.

✓ 60-50 баллов – незнание, либо отрывочное представление о данной проблеме в рамках лекционного материала; неумение использовать понятийный аппарат; отсутствие логической связи в ответе.

Критерии оценки рефератов

✓ 100-86 баллов выставляется, если студент выразил своё мнение по сформулированной проблеме, аргументировал его, точно определив ее содержание и составляющие. Продемонстрировано знание и владение навыком самостоятельной исследовательской работы по теме исследования. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет.

✓ 85-76 - баллов – работа студента характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не более 1 ошибки при объяснении смысла или содержания проблемы.

Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет.

✓ 75-61 балл – проведен достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проблемы; понимание базовых основ и теоретического обоснования выбранной темы. Привлечены основные источники по рассматриваемой теме. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы.

✓ 60-50 баллов – если работа представляет собой пересказанный или полностью переписанный исходный текст без каких бы то ни было комментариев, анализа. Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Допущено три или более трех ошибок смыслового содержания раскрываемой проблемы.

Шкала оценивания

Менее 60 баллов	незачтено	неудовлетворительно
От 61 до 75 баллов	зачтено	удовлетворительно
От 76 до 85 баллов	зачтено	хорошо
От 86 до 100 баллов	зачтено	отлично

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов. Текущая аттестация студентов по дисциплине «Статистические модели физики в экономике» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Статистические модели физики в экономике» проводится в форме собеседования и защиты реферата и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- степень усвоения теоретических знаний - оценивается в форме собеседования;
- уровень овладения практическими умениями и навыками – оценивается в форме защиты реферата и заданных задач и заданий, вынесенных на самостоятельную работу.

Промежуточная аттестация студентов. Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Статистические модели физики в экономике» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

По дисциплине предусмотрен экзамен, который проводится в письменной форме и с использованием результата защиты реферата и заданных задач и заданий, вынесенных на самостоятельную работу.

Критерии выставления оценки студенту на экзамене по дисциплине «Статистические модели физики в экономике»

Баллы (рейтинго- вой оценки)	Оценка зачета/ экзамена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
---	--	---

86-100	<i>«зачтено»/ «отлично»</i>	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил лекционный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
76-85	<i>«зачтено»/ «хорошо»</i>	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
61-75	<i>«зачтено»/ «удовлетворительно»</i>	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении лекционного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
0-60	<i>«не зачтено»/ «неудовлетворительно»</i>	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части лекционного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.