

Санкт-Петербургский государственный университет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Введение в эргодическую теорию (осн курс), тр 5 сем
Introduction to Ergodic Theory

Язык(и) обучения

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 4

Регистрационный номер рабочей программы: 045390

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Сообщение сведений об эргодической теории динамических систем в объеме, необходимом для общего развития и изучения смежных дисциплин физико-математического цикла. Усвоение основных идей, понятий и фактов эргодической теории.

1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)

Владение курсом «Алгебра» или «Высшая алгебра», «Математический анализ», «Геометрия и топология», «Динамические системы».

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

Обучающийся должен овладеть теоретическим материалом в объеме, предусмотренном программой, уметь применять полученные знания при решении теоретических и прикладных задач, на основе анализа освоенных разделов: инвариантные меры динамических систем, эргодические теоремы, энтропия; уяснить логику и технику построения математической теории как фундамента самостоятельных научных исследований

1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий

Промежуточная аттестация (экзамен) 4 часа, семинары 30 часов.

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

2.1. Организация учебных занятий

2.1.1 Основной курс

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся																	
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Контактная работа обучающихся с преподавателем											Самостоятельная работа				Объём активных и интерактивных форм учебных занятий	Трудоёмкость
	лекции	семинары	консультации	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллоквиумы	текущий контроль	промежуточная аттестация	итоговая аттестация	под руководством преподавателя	в присутствии преподавателя	сам. раб. с использованием методических материалов	текущий контроль (сам.раб.)	промежуточная аттестация (сам.раб.)		
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																	
очная форма обучения																	
Семестр 5	30	30	2					2				48		32		34	4
	2-50	2-25	2-50					2-50				1-1		1-1			
ИТОГО	30	30	2					2				48		32		34	4

Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации							
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Формы текущего контроля успеваемости		Виды промежуточной аттестации		Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)		
	Формы	Сроки	Виды	Сроки	Виды	Сроки	
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ							
очная форма обучения							
Семестр 5			экзамен, устно, традиционная форма		по графику промежуточной аттестации, по графику промежуточной аттестации		

2.2. Структура и содержание учебных занятий

Период обучения (модуль): Семестр 5

№ п/п	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Количество часов
1	Инвариантные меры динамических систем	Лекции	12
		семинары	12
		в присутствии преподавателя по методическим материалам	20
2	Эргодические теоремы	Лекции	10
		семинары	10
		в присутствии преподавателя по методическим материалам	16
3	Энтропия	Лекции	8
		семинары	8
		в присутствии преподавателя по методическим материалам	12
4	Экзамен	промежуточная аттестация (ауд)	2
		промежуточная аттестация (с.р.)	32

Раздел 1: Инвариантные меры динамических систем

1. Инвариантные меры. Основные понятия
2. Теорема Крылова-Боголюбова
3. Теорема Пуанкаре о возвращении
4. Теорема Лиувилля и динамические системы классической механики
5. Гладкие динамические системы на торах
6. Гомеоморфизмы окружности

Раздел 2: Эргодические теоремы

1. Эргодическая теорема фон Неймана
2. Эргодическая теорема Биркгофа
3. Нормальные числа
4. Субаддитивная эргодическая теорема Клигмана
5. Мультипликативная эргодическая теорема
6. Показатели Ляпунова динамических систем

Раздел 3: Энтропия

1. Три определения топологической энтропии
2. Энтропия по Колмогорову-Синаю
3. Примеры вычисления энтропии

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

Посещение лекций и семинаров

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

Основная и дополнительная литература

3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

Методика проведения экзамена

Экзамен проводится в устной форме. Билет состоит из двух вопросов. Время подготовки ответа на вопросы билета составляет 60 минут.

Использование конспектов и учебников, а также электронных устройств хранения, обработки или передачи информации при подготовке и ответе на вопросы экзамена категорически запрещено. В случае обнаружения факта использования недозволенных материалов (устройств) составляется акт и студент удаляется с экзамена. После ответа на вопросы билета преподаватель задает несколько дополнительных вопросов, на основании оценки ответов на которые итоговая оценка по предмету может быть повышена или понижена.

Критерии выставления оценок

Оценка «отлично» ставится за полностью раскрытый теоретический материал и правильные ответы на дополнительные вопросы преподавателя. В болонской шкале оценка может быть скорректирована в ту или иную сторону с учетом малозначительных погрешностей изложения или, напротив, углубленного изложения материала.

Оценка «хорошо» ставится за изложенный теоретический материал билета (возможно с помощью наводящих подсказок преподавателя).

Оценка «удовлетворительно» ставится за знание основных вопросов по каждой теме.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если не выполняются условия для получения оценок «отлично», «хорошо» и «удовлетворительно».

3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)

Период обучения (модуль): **Семестр 5**

Список вопросов к экзамену:

1. Инвариантные меры. Основные понятия
2. Теорема Крылова-Боголюбова
3. Теорема Пуанкаре о возвращении
4. Теорема Лиувилля и динамические системы классической механики
5. Гладкие динамические системы на торах

6. Гомеоморфизмы окружности
7. Эргодическая теорема фон Неймана
8. Эргодическая теорема Биркгофа
9. Нормальные числа
10. Субаддитивная эргодическая теорема Клингмана
11. Мультипликативная эргодическая теорема
12. Показатели Ляпунова динамических систем
13. Три определения топологической энтропии
14. Энтропия по Колмогорову-Синаю
15. Примеры вычисления энтропии

Темы докладов на семинаре:

1. Сравнение определений топологической энтропии
2. Теорема Шеннона-МакМиллана-Бреймана
3. Теорема Орнштейна-Вейсса
4. Симплекс инвариантных мер
5. Главные вариационные принципы
6. Детерминизм в динамических системах
7. Динамика в нулевой размерности
8. Инвариантные меры в нулевой размерности
9. Вариационный принцип в нулевой размерности
10. Неравенство Маргулиса-Рюэлля
11. Формула энтропии Песина
12. Теорема об энтропии символических расширений
13. Символические расширения гладких систем
14. Символические расширения отображений интервалов

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий

К чтению лекций должны привлекаться преподаватели, имеющие ученую степень доктора или кандидата наук (в том числе степень PhD, прошедшую установленную процедуру признания и установления эквивалентности) и/или ученое звание профессора или доцента.

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

не требуется

3.3. Материально-техническое обеспечение

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Стандартно оборудованные лекционные аудитории, должны вмещать поток в соответствии со списком студентов

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

доска для письма мелом или фломастером

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования

не требуется

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

не требуется

3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов

Мел — не менее 1 куска на час лекционных занятий, фломастеры для доски, губка

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список обязательной литературы

1. Корнфельд И.П., Синай Я.Г., Фомин С.В. Эргодическая теория. М., 1980.

3.4.2 Список дополнительной литературы

1. Downarowicz T. *Entropy in Dynamical Systems*. Cambridge Univ. Press, 2011.
2. Каток А., Хассельблат Б. Введение в современную теорию динамических систем. М.: Факториал, 1999.

3.4.3 Перечень иных информационных источников

Раздел 4. Разработчики программы

Пилюгин Сергей Юрьевич, доктор физ.-мат. наук, профессор СПбГУ по направлению «математика», sergeipil47@mail.ru

