**Санкт-Петербургский государственный университет**

**Р А Б О Ч А Я П Р О Г Р А М М А**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Введение в теорию динамических систем

Introduction to Theory of Dynamical Systems

**Язык(и) обучения**

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 2

Регистрационный номер рабочей программы: 001273

**Раздел 1. Характеристики учебных занятий**

**1.1. Цели и задачи учебных занятий**

Обучение основным методам теории динамических систем, в частности, основам качественной теории таких систем, подготовка учащихся к восприятию других дисциплин, использующих методы теории динамических систем, а также к использованию этих методов при моделировании и решении задач естествознания, экономики и других прикладных задач; развитие у учащихся доказательного, логического мышления, подготовка к самостоятельным научным исследованиям; подготовка к восприятию других математических и специальных дисциплин.  
Поставленные цели достигаются путём решения следующих задач курса: изучение основных базовых понятий и приемов теории динамических систем; развитие навыков самостоятельного решения практических задач и геометрической интерпретации полученных результатов; обеспечение базы для усвоения приближенных методов вычислений и соответствующих компьютерных программ; повышение математической культуры обучающегося.

Курс дает обучающимся комплекс аналитических, алгебраических и геометрических методов, позволяющих изучать свойства широкого спектра математических моделей в естествознании. Дисциплина является одной из базовых в подготовке к профессиональной деятельности в области теоретической и прикладной математики и служит основой для изучения других математических дисциплин как теоретического, так и прикладного характера, входящих в программу обучения на факультете.

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

Для успешного освоения дисциплины учащийся должен иметь предварительную подготовку по основным математическим дисциплинам - математическому анализу, высшей алгебре и геометрии, изучаемых на первых курсах математико-механического факультета университета, обладать знаниями по теории дифференциальных уравнений в объеме программы университета.

**1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)**

Выпускник должен знать содержание дисциплины «Введение в теорию динамических систем» и иметь представление о возможностях применения ее разделов, уметь решать основные типы дифференциальных уравнений и систем, уметь исследовать свойства решений уравнений, владеть основными методами теории устойчивости по Ляпунову, качественными и аналитическими методами теории дифференциальных уравнений. А также уметь корректно поставить задачу, строго доказать утверждение, владеть качественными методами исследования математических моделей, описывающих проблемы естествознания и техники в виде дифференциальных уравнений и систем, иметь способность к творческому применению, развитию и реализации математически сложных алгоритмов в современных специализированных программных комплексах, прежде всего в теоретической механике, социологии, экономике, физике, астрономии, нелинейной оптике и других прикладных областях науки и техники.

**1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий**

Аудиторная учебная работа: практические занятия.

Самостоятельная работа с использованием методических материалов: индивидуальная работа с рекомендованной основной и дополнительной литературой по теории дифференциальных уравнений.

**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.) | итоговая аттестация  (сам.раб.) |
| ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Форма обучения: очная | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Семестр 5 |  |  |  | 30 |  |  |  |  | 2 |  |  |  | 30 |  | 10 |  | 30 | 2 |
|  |  |  |  | 10-25 |  |  |  |  | 10-25 |  |  |  | 1-1 |  | 1-1 |  |  |  |
| ИТОГО |  |  |  | 30 |  |  |  |  | 2 |  |  |  | 30 |  | 10 |  |  | 2 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 | | | | | | |
| Форма обучения: очная | | | | | | |
| Семестр 5 |  |  | зачёт, устно, традиционная форма | по графику промежуточной аттестации |  |  |

**2.2. Структура и содержание учебных занятий**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование темы (раздела, части)** | **Вид учебных занятий** | **Кол-во часов** |
| 1 | Векторное поле динамической системы на гладком многообразии. Классификация движений и траекторий динамических систем. | практические занятия | 22 |
| сам. раб. с использованием  методических материалов | 22 |
| 2 | Устойчивость по Лагранжу и по Пуассону. Свойства движений. | практические занятия | 44 |
| сам. раб. с использованием  методических материалов | 42 |
| 3 | Инвариантные множества динамических систем. | практические занятия | 44 |
| сам. раб. с использованием  методических материалов | 42 |
| 4 | Предельные свойства решений динамических систем, предельные точки и множества. | практические занятия | 42 |
| сам. раб. с использованием  методических материалов | 42 |
| 5 | Функция последования Пуанкаре. Характеристический показатель замкнутой траектории. Критерий ее устойчивости. | практические занятия | 44 |
| сам. раб. с использованием  методических материалов | 42 |
| 6 | Поведение и устойчивость предельного цикла уравнения Льенара при воздействии параметра. Уравнение Левинсона-Смита. | практические занятия | 44 |
| сам. раб. с использованием  методических материалов | 42 |
| 7 | Траектории на торе. Число вращения. | практические занятия | 44 |
| сам. раб. с использованием  методических материалов | 42 |
| 8 | Примеры исследования прикладных систем с помощью методов и приемов качественной теории. | практические занятия | 46 |
| сам. раб. с использованием  методических материалов | 46 |
| 9 | Промежуточная аттестация | самостоятельная работа | 10 |
| зачет | 2 |
| **Итого** | | | **72** |

**Раздел 3. Обеспечение учебных занятий**

**3.1. Методическое обеспечение**

**3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины**

По курсу предусмотрено проведение практических занятий, которые проводят опытные преподаватели, как правило, с большим стажем работы.

Все обучающиеся должны быть обеспечены учебниками, рекомендованными по курсу. Обучающиеся должны посещать занятия, выполнять задания преподавателя.

Обучающимся необходимо знать содержание семинарских занятий, уметь формулировать определения основных понятий и утверждений, уметь применять методы и доказательства теорем при решении конкретных задач по программе курса.

**3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы**

При самостоятельном выполнении домашних, индивидуальных и контрольных заданий целесообразно использовать рекомендованные учебники и задачники, а также дополнительную литературу.

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

В течение учебного года по дисциплине проводятся аудиторные контрольные работы, задаются задачи и упражнения для самостоятельной работы, проводится зачет. В процессе обучения каждый учащийся снабжается набором задач, которые необходимо уметь решать для положительной оценки по аттестации.

Методика проведения зачета.

Зачет проводится в устной или письменной форме. Преподаватели имеют набор контрольных практических и теоретических заданий и тестов для проведения зачета. Зачет выставляется по итогам текущего контроля и результатам решения контрольных заданий и тестов во время проведения промежуточной аттестации.

Использование конспектов и учебников, а также электронных устройств хранения, обработки или передачи информации при подготовке и ответе на вопросы зачета не разрешается. В случае обнаружения факта использования недозволенных материалов (устройств) составляется акт, и учащийся удаляется с зачета.

Критерии выставления оценок:

«Зачет» ставится за полностью решенные задания текущего контроля, контрольных тестов и заданий и правильные ответы на дополнительные вопросы преподавателя.

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

Примерный список вопросов и заданий для проведения контрольных работ, зачета и для самостоятельной работы:

1. Векторное поле динамической системы на гладком многообразии.
2. Классификация движений и траекторий динамических систем.
3. Устойчивость по Лагранжу и по Пуассону. Свойства движений.
4. Инвариантные множества динамических систем.
5. Предельные свойства решений динамических систем, предельные точки и множества.
6. Функция последования Пуанкаре.
7. Характеристический показатель замкнутой траектории. Критерий ее устойчивости.
8. Поведение и устойчивость предельного цикла уравнения Льенара.
9. Уравнение Левинсона-Смита.
10. Траектории на торе. Число вращения.
11. Примеры исследования прикладных систем с помощью методов и приемов качественной теории.

**3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса**

Оценка обучающимися содержания и качества учебного процесса по дисциплине осуществляется в установленном в СПбГУ порядке.

**3.2. Кадровое обеспечение**

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

К ведению практических занятий 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**

Требуется присутствие инженера по обслуживанию компьютеров при самостоятельной работе учащихся в компьютерном классе.

**3.3. Материально-техническое обеспечение**

**3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий**

Требуются стандартно оборудованные лекционные аудитории (доска, мел, губка, маркер).

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

При проведении отдельных занятий возможно использование учащимися компьютерных математических пакетов для выполнения практических заданий.

**3.3.3 Характеристики специализированного оборудования**

Не предусмотрено.

**3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения**

Не предусмотрено.

**3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов**

Мел, губки, бумага формата А4, канцелярские товары, картриджи принтеров, диски в объеме, необходимом для проведения занятий, по заявкам преподавателей.

**3.4. Информационное обеспечение**

**3.4.1 Список обязательной литературы**

1. Бибиков Ю.Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений. СПб.: «Лань». 2011.

2. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. М.: Интеграл-пресс,1998.

3. Андреев А.Ф. Введение в локальную качественную теорию дифференциальных уравнений. Учебное пособие. СПб.: Дифференциальные уравнения и процессы управления. 2011. № 1.

4. Плисс В.А., Ильин Ю.А. Теория нелинейных колебаний. I. Основные свойства периодических систем. II. Периодические решения автономных систем. СПб.: Издательский дом Санкт-Петербургского государственного университета. 2012.

5. Немыцкий В.В., Степанов В.В. Качественная теория Дифференциальных уравнений. М.-Л. ГИТТЛ, 1947.

**3.4.2 Список дополнительной литературы**

1. Осипенко Г.С., Ампилова Н.Б. Введение в символический анализ динамических систем. СПб: Изд. СПбГУ, 2005. 238 с.

2. Матвеев Н.М. Сборник задач и упражнений по обыкновенным дифференциальным уравнениям. Издание 7-е, дополненное. СПб.: «Лань», 2002.

3. Амелькин В.В. Дифференциальные уравнения в приложениях. Минск, 1987.

4. Костенко И.П. Дифференциальные уравнения и их приложения. Краснодар, 1991.

5. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. М. 1967.

6. Арнольд В.И. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М. 1984.

7. Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. М. 1979.

8. Бибиков Ю.Н. Многочастотные нелинейные колебания и их бифуркации. Монография. Издательство Ленинградского университета. Л. 1991.

9. Плисс В.А. Интегральные множества периодических систем дифференциальных уравнений. М. 1977.

10. Рейзинь Л.Э. Локальная эквивалентность дифференциальных уравнений. Рига, 1971.

11. Беллман Р. Теория устойчивости решений дифференциальных уравнений. М., 1954.

12. Коддингтон Э.А., Левинсон Н. Теория обыкновенных дифференциальных уравнений. М., 1958.

13. Понтрягин Л.С. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М. 1978.

14. Хартман Ф. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Мир, 1970.

15. Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. М. 1979.

16. Шильников Л.П., Шильников А.Л., Тураев Д.В., Чуа Л. Методы качественной теории в нелинейной динамике. Часть 1. Москва-Ижевск. Институт компьютерных исследований. 2004.

17. Шильников Л.П., Шильников А.Л., Тураев Д.В., Чуа Л. Методы качественной теории в нелинейной динамике. Часть 2. Москва-Ижевск. Институт компьютерных исследований. 2009.

**3.4.3 Перечень иных информационных источников**

1. <http://www.umu.spbu.ru>.

2. http://www/etudes.ru.

**Раздел 4. Разработчики программы**

Чурин Юрий Васильевич, доктор ф-м. н., доцент, профессор кафедры дифференциальных уравнений.

Ильин Юрий Анатольевич, к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедры дифференциальных уравнений. a.zhiglevich@spbu.ru ; (812) 428-69-59.