

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Саровский физико-технический институт -
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(СарФТИ НИЯУ МИФИ)
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра экспериментальной физики

УТВЕРЖДАЮ:

Декан ФТФ, член корреспондент
РАН, д.ф.-м.н.

_____ А.К. Чернышев
« ____ » _____ 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Математическая теория устойчивости

наименование дисциплины

Направление подготовки (специальность)	<u>03.03.01 Прикладные математика и физика</u>
Наименование образовательной программы	<u>Электрофизика</u>
Квалификация (степень) выпускника	<u>бакалавр</u>
Форма обучения	<u>очная</u>

Программа одобрена на заседании кафедры

Зав. кафедрой ЭФ, доцент, д.ф.-м.н.

_____ Ю.Б. Кудасов

протокол № * от ***** 20 г.

« ____ » _____ 20 г.

г. Саров, 20 _ г.

Программа переутверждена на 202___/202___ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ на 202___/202___ учебный год.
Заведующий кафедрой ЭФ, д.ф.-м.н., доцент Ю.Б. Кудасов

Программа переутверждена на 202___/202___ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ на 202___/202___ учебный год.
Заведующий кафедрой ЭФ, д.ф.-м.н., доцент Ю.Б. Кудасов

Программа переутверждена на 202___/202___ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ на 202___/202___ учебный год.
Заведующий кафедрой ЭФ, д.ф.-м.н., доцент Ю.Б. Кудасов

Программа переутверждена на 202___/202___ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ на 202___/202___ учебный год.
Заведующий кафедрой ЭФ, д.ф.-м.н., доцент Ю.Б. Кудасов

Программа переутверждена на 202___/202___ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ на 202___/202___ учебный год.
Заведующий кафедрой ЭФ, д.ф.-м.н., доцент Ю.Б. Кудасов

Семестр	В форме практической подготовки	Трудоёмкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	КР/ КП	Форма(ы) контроля, экз./зач./ЗСО/
6	32	4	144	16	32	0	60	36	3
ИТОГО	32	4	144	16	32	0	60	36	6

АННОТАЦИЯ

Дисциплина "Математическая теория устойчивости" изучает математические модели естественнонаучных явлений, которые приводят к задачам отыскания решений системы дифференциальных уравнений, устойчивых по отношению к начальным, а также к постоянно действующим возмущениям. В ходе изучения дисциплины студенты знакомятся с методами исследования математических моделей различных процессов и явлений естествознания, изучают основные методы решения возникающих при этом математических задач, знакомятся с основами качественной теории динамических систем, теорией бифуркаций, нелинейными эффектами в реальных системах.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью данного курса является знакомство с методами исследования математических моделей различных процессов и явлений естествознания, изучение основных методов решения возникающих при этом математических задач, выяснение смысла полученного решения.

Задачами освоения дисциплины "Математическая теория устойчивости" являются:

- формирование математической культуры студентов;
- фундаментальная подготовка студентов в области теории динамических систем;
- овладение современным математическим аппаратом для дальнейшего использования в других областях математического знания и дисциплинах естественнонаучного содержания, в частности:
 - выработать четкое владение языком теории устойчивости, в частности, терминологией Ляпунова;
 - дать стройное понимание теории классической устойчивости решений обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем;
 - научить производить главные действия теории устойчивости, исследовать на устойчивость различные виды систем, используя их особые свойства;
 - дать физические и геометрические приложения понятий теории устойчивости, их использование при математическом моделировании;
 - научить применять схемы теории классической устойчивости при решении прикладных задач.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Математическая теория устойчивости» относится к обязательной части рабочего учебного плана по направлению 03.03.01 «Прикладные математика и физика».

Для успешного освоения дисциплины «Математическая теория устойчивости» необходимы компетенции, формируемые в результате освоения следующих дисциплин:

- Математический анализ
- Дифференциальные уравнения
- Уравнения математической физики

Изучение дисциплины «Математическая теория устойчивости» необходимо для успешного освоения следующих дисциплин:

- Методы моделирования эксперимента

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
научно-исследовательский и инновационный			
Проведение научных и аналитических исследований по отдельным разделам темы в рамках предметной области по профилю специализации	Импульсные источники токов и напряжений, СВЧ-техника, электрофизические методики измерений, ускорители	ПК-2 Способен выбирать и применять необходимое оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области (ПС «40.011. Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»)	З-ПК-2 Знать современное оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области. У-ПК-2 Уметь критически оценивать, выбирать оборудования, инструментов и методов исследований в избранной предметной области В-ПК-2 Владеть навыками выбора и применения оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области.
		ПК-4 Способен критически оценивать применяемые методики и методы исследования (ПС «40.011. Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»)	З-ПК-4 Знать основные методики и методы исследования в сфере своей профессиональной деятельности У-ПК-4 Уметь анализировать и критически оценивать применяемые методики и методы исследования. В-ПК-4 Владеть навыками выбора и критической оценки применяемых методик и методов исследования в сфере своей профессиональной деятель-

			ности
проектный			
Участие в разработке и реализации проектов исследовательской и инновационной направленности в команде исполнителей	Импульсные источники токов и напряжений, СВЧ-техника, электрофизические методики измерений, ускорители	ПК-9.1 способен самостоятельно и в составе группы проводить научные исследования в области электрофизики с применением (ПС «24.078. Специалист-исследователь в области ядерно-энергетических технологий»)	З-ПК-9.1 Знать нормы и правила электробезопасности, ядерной и радиационной безопасности У-ПК-9.1 Уметь проводить расчетные исследования на сертифицированных кодах в рамках поставленной задачи, оценивать погрешность результатов измерений В-ПК-9.1 Владеть навыками проведения экспериментальных измерений на установках и стендах, сопоставления расчетных и экспериментальных данных
		ПК-9.2 способен к участию в проведении электрофизических измерений, выполнении экспериментов на электрофизических установках, источниках излучения, высоковольтном и измерительном оборудовании	З-ПК-9.2 Знать порядок проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ У-ПК-9.2 Уметь создавать математические модели процессов, протекающих в экспериментальных стендах и установках В-ПК-9.2 Владеть навыками обработки результатов расчетных исследований

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ*

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	№ недели	Виды учебной работы					Текущий контроль (форма)*	Максимальный балл (см. п. 6.3)
			Лекции	Практ. занятия/ семинары	Лаб. работы	СРС			
Семестр № 6									
1.	Название раздела								
1.1.	Введение в общую теорию устойчивости движения	1	1						
1.2.	Устойчивость по Ляпунову	3	2	1-3			УО		
1.3	Устойчивость линейных систем	5	3	4-5			УО		
	Рубежный контроль	6						Контр.	20
2.	Название раздела								
2.1.	Нелинейные системы	7, 9	4-5	6-7					
2.2.	Системы второго порядка и их исследование	11	6	8-9			УО		
2.3	Точечные отображения	13	7	10			УО		
2.4	Теория бифуркаций	15	8	11			УО		
	Рубежный контроль	16						Контр.	25
Промежуточная аттестация			Экзамен				36	0 - 50	
Посещаемость								5	
Итого:								100	

*Сокращение наименований форм текущего, рубежного и промежуточного контроля:

УО – устный опрос

Контр. – контрольная работа

Тест – тестирование (письменный опрос)

ДЗ – домашнее задание

РГР – расчетно-графическая работа

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Название раздела 1	
1.1.	Введение в общую теорию устойчивости движения	Динамические системы и их классификация. Фазовый портрет динамической системы. Фазовое пространство и фазовая траектория. Понятие устойчивости движения.
1.2.	Устойчивость по Ляпунову	Понятие об устойчивости по Ляпунову. Функции Ляпунова первого и второго рода. Теорема об устойчивости равновесного состояния системы. Теорема Лагранжа-Дирихле об устойчивости равновесия консервативной системы. Теорема Ляпунова об устойчивости неустановившегося движения. Асимптотическая устойчивость.
1.3.	Устойчивость линейных систем	Устойчивость по первому приближению. Характеристическое уравнение и его корни. Устойчивость линейных однородных систем обыкновенных ДУ первого порядка. Критерий Гурвица. Устойчивость линейных неоднородных систем обыкновенных ДУ первого порядка.
2.	Название раздела 2	
2.1.	Нелинейные системы	Нелинейные системы. Метод изоклин. Анализ консервативных систем на фазовой плоскости. Фазовый портрет. Особые точки на фазовой плоскости. Периодические движения нелинейных консервативных систем. Метод Льенара построения фазовых траекторий.
2.2.	Системы второго порядка и их исследование	Сепаратрисы и аттракторы. Предельные циклы. Свойство грубости динамической системы. Автоколебательные системы. Бифуркация динамических систем второго порядка.
2.3.	Точечные отображения	Точечное отображение. Теорема Кёнингса. Лестница Ламерея
2.4.	Теория бифуркаций	Основные понятия. Постановка задачи. Бифуркационные условия.

Практические/семинарские занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Название раздела 1	
1.1.	Устойчивость по Ляпунову	[6]: пример 1, 2, 3, задача 880, 885 (стр 217-220)
1.2.	Функции Ляпунова	[5]: пример 2, 3, 272, 277, 279 (стр 54-55) [1]: задача о полной энергии материальной точки (стр 436-437), задача о кинетической энергии приведенного коленчатого вала (стр 442)
1.3.	Системы первого порядка	[3]: однофазный асинхронный двигатель (стр 24), осциллятор с заданной энергией (стр 26-27)
1.4.	Устойчивость линейных однородных и неоднородных систем обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка	[4]: пример 63-67 (стр 180-183)
2.	Название раздела 2	

2.1.	Простейшие типы точек покоя	[6]: пример 1, 2, задача 888, пример 3 (стр 222-225)
2.2.	Анализ консервативных систем на фазовой плоскости	[2]: физический маятник единичной массы (стр 94-95) [1]: колебания математического маятника с конечной амплитудой (стр 518-526)
2.3.	Консервативные системы второго порядка	[3]: маятник на вращающейся платформе, движение отрезка провода с током (стр 28-35)
2.4.	Метод Ляпунова	[1]: прямолинейные колебания под действием линейной восстанавливающей силы по горизонтальной поверхности с сухим трением, система с кулоновым и вязким трением (стр 530-534)

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

5.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Раздел	Темы занятий	Компетенция	Индикаторы освоения	Текущий контроль, неделя	
Семестр 6					
Раздел 1	1.1. Введение в общую теорию устойчивости движения	ПК-2 ПК-4 ПК-9.1 ПК-9.2	3-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2	УО - 3	
	1.2. Устойчивость по Ляпунову.		3-ПК-4; У-ПК-4; В-ПК-4		
	1.3. Устойчивость линейных систем		3-ПК-9.1; У-ПК-9.1; В-ПК-9.1 3-ПК-9.2; У-ПК-9.2; В-ПК-9.2	УО - 5	
Рубежный контроль		ПК-2 ПК-4 ПК-9.1 ПК-9.2	3-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2 3-ПК-4; У-ПК-4; В-ПК-4 3-ПК-9.1; У-ПК-9.1; В-ПК-9.1 3-ПК-9.2; У-ПК-9.2; В-ПК-9.2	Контр -6	
Раздел 2	2.1. Нелинейные системы		ПК-2 ПК-4 ПК-9.1 ПК-9.2	3-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2	УО – 11
	2.2. Системы второго порядка и их исследование			3-ПК-4; У-ПК-4; В-ПК-4	
	2.3. Точечные отображения	3-ПК-9.1; У-ПК-9.1; В-ПК-9.1		УО – 13	
	2.4. Теория бифуркаций	3-ПК-9.2; У-ПК-9.2; В-ПК-9.2		УО – 15	
Рубежный контроль		ПК-2 ПК-4 ПК-9.1 ПК-9.2	3-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2 3-ПК-4; У-ПК-4; В-ПК-4 3-ПК-9.1; У-ПК-9.1; В-ПК-9.1 3-ПК-9.2; У-ПК-9.2; В-ПК-9.2	Контр – 16	

Промежуточная аттестация	ПК-2 ПК-4 ПК-9.1 ПК-9.2	З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2	Экзамен
		З-ПК-4; У-ПК-4; В-ПК-4	
		З-ПК-9.1; У-ПК-9.1; В-ПК-9.1	
		З-ПК-9.2; У-ПК-9.2; В-ПК-9.2	

5.2. Шкалы оценки образовательных достижений

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – <i>«отлично»</i>	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – <i>«хорошо»</i>	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – <i>«удовлетворительно»</i>	E	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 программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – <i>«неудовлетворительно»</i>	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. И.М. Бабаков. Теория колебаний. М. Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1958.
2. Е.Б. Пелюхова, Э.Е. Фрадкин. Синергетика в физических процессах: самоорганизация физических систем. СПб. «Лань», 2011.
3. Н.В. Бутенин, Ю.И. Неймарк, Н.А. Фужаев. Введение в теорию нелинейных колебаний. М. Наука, 1987.
4. В.А. Болотюк, Л.А. Болотюк, Е.А. Швед, Ю.В. Швец. Практикум и индивидуальные задания по обыкновенным дифференциальным уравнениям (типовые расчеты). СПб. «Лань», 2014.
5. М.Л. Краснов, Г.И. Макаренко. Операционное исчисление. Устойчивость движения. М. Наука, 1964.
6. М.Л. Краснов, А.И. Киселев, Г.И. Макаренко. Сборник задач по обыкновенным дифференциальным уравнениям. М. Высшая школа, 1978.

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При чтении лекционного материала используется электронное сопровождение курса: справочно-иллюстративный материал воспроизводится и озвучивается в аудитории с использованием проектора и переносного компьютера в реальном времени.

На сайте кафедры также находится методический и справочный материал, необходимый для проведения лабораторного практикума по курсу.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с ОС НИЯУ МИФИ (ФГОС) и учебным планом основной образовательной программы (программ).

Автор(ы): Докукина И.В., к. ф.-м.н., доцент кафедры высшей математики

Рецензент(ы):