

Документ SMK	ПД 11/1.05-2014	
учебно-методический комплекс дисциплины	Редакция 3	

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
ТАРАЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. М.Х. Дулати



## ПРОГРАММА ОБУЧЕНИЯ ПО МОДУЛЮ (СИЛЛАБУС)

**Специальность:** 5В060100 - "Математика"

**Направление подготовки (специализация)-**

1. Математическое моделирование

**Модуль M13мат Количество кредитов (KZ/ECTS) : 3/6**  
(номер)

**Дисциплины модуля (наименование и объем дисциплин – количество кредитов, семестр изучения):**

1. Динамические системы и теория устойчивости /ECTS 5

**Выпускающая кафедра по специальности:** Математика

**Кафедра(ы), ответственная за подготовку программы обучения по модулю:** Математика

**Ф.И.О. преподавателя(-ей) ответственных за модуль:**

1. Шевцов А.Н. (1-ая комп.) e-mail: \_\_\_\_\_

Тараз, 2014

Документ СМК	ПД 11/1.05-2014	
учебно-методический комплекс дисциплины	Редакция 3	

Программа обучения составлена на основании (указание на типовые и учебные программы, дата подтверждения) \_\_\_\_\_

### **1. Цель и задачи модуля**

**Цель модуля:** выработка необходимой интуиции для нахождения эффективных алгоритмов решения динамических систем, а также познакомить студентов с принципами построения алгоритмов устойчивости дифференциальных систем, на основе которых осуществляется наиболее рациональная стратегия анализа систем дифференциальных уравнений, овладение приемами и методами компьютерного решения конкретных задач.

#### **Основные задачи:**

- научить студентов умело применять методы анализа ДУ,
- научить приемам решения динамических систем.
- изучение основных понятий, алгоритмов Maple для конкретных динамических систем.
- развитие математических навыков аналитических расчетов.
- воспитание культуры и этики при проведении исследований.
- формирование научного мировоззрения и логического мышления.

### **Пререквизиты и постреквизиты по дисциплинам модуля**

Наименование дисциплин из модуля

#### **1) «Динамические системы и теория устойчивости»**

Пререквизиты: Обыкновенные дифференциальные уравнения

Постреквизиты: Математическое и компьютерное моделирование в прикладных задачах

### **2. Формуляр модуля**

1	Название и номер модуля, цикл дисциплин	«Методы вычислений» М13МАТ БД	
2	Образовательные результаты (компетенции) модуля	<b>ПК(ПК-3.1)</b> Демонстрировать знания по методам решения задач дифференциальных уравнений в целом. Владеть навыками доказательства устойчивости решений динамических систем. Применять теоретические знания к решению прикладных задач. <b>(ПК-4.1)</b> Демонстрировать знания по решению динамических систем на Maple.	
3	Дисциплины модуля (номер и название)	1. Динамические системы и теория устойчивости	
4	Кол-во кредитов KZ / ECTS	3/6	
5	Семестр изучения	5	
6	Виды занятий всего в акад. часах- в том числе:	Лекции - 22,5 часа, практические занятия - 22,5 часа, СРС – 90 часов., из них 22,5 часа СРСП Всего– 135 часов	

Документ СМК	ПД 11/1.05-2014	
учебно-методический комплекс дисциплины	Редакция 3	

7	Вид контроля знаний студентов	Курсовая работа, диффзачет	
8	Кафедра организующая занятия по дисциплине	Математика	

### 3. Требования к результатам обучения по дисциплине

Компетенции модуля (номер из формуляра)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, необходимые для приобретения требуемых компетенций	Форма контроля (оценивающий инструментарий), номер и вид занятий
1	2	3
ОК-1.1	Логически верно, аргументировано строить устную речь, правильно оформлять результаты мышления. Владеть одним из иностранных языков на уровне чтения научной литературы и навыков разговорной речи.	Проработка основного материала: вводная лекция, Лекции №1, №
ОК-2.1	Оперировать методами, способами получения, хранения, переработки информации. Иметь навыки работы с компьютером как средством управления информацией. Соблюдать требования информационной безопасности.	Самостоятельная проработка основного материала и посещение Лекции №3, 8
ОК-4.1	Использовать пакет прикладных программ для расчета моделирования и автоматизации проектирования объектов электроэнергетики.	Изучение дополнительной литературы (справочные материалы)
ПК-2.1	Демонстрировать знания основ фундаментальных разделов алгебры и аналитической геометрии и оперировать ими при решении профессиональных задач.	Выполнение КР
ПК-2.2	Демонстрировать знания основ фундаментальных разделов математического анализа и оперировать ими при решении профессиональных задач	Выполнение КР
ПК-2.3	Демонстрировать знания основ дифференциальных уравнений и оперировать ими при решении профессиональных задач	Выполнение практических заданий
ПК-3.1	Использовать современную научную и справочную литературу при составлении математических моделей механических систем.	Выполнение практических заданий

Документ СМК	ПД 11/1.05-2014	
учебно-методический комплекс дисциплины	Редакция 3	

#### 4. 1. СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

##### Динамические системы и теория устойчивости

№ недели	Темы занятий	Кол-во академич. часов		Литература с указанием страниц
		очн	заоч	
1	<b>Лекция №1.</b> Введение. Системы обыкновенных дифференциальных уравнений Основные определения и теоремы Поля направлений и их интегральные кривые Векторные поля, дифференциальные уравнения, интегральные и фазовые кривые	1,5		[1] стр. 13-52
2	<b>Лекция №2</b> Теоремы существования и единственности решений Теорема о непрерывной зависимости решения от начальных условий и параметров. Уравнения в вариациях Диссипативные и консервативные системы уравнений	1,5		[1] стр. 54-72
3	<b>Лекция №3</b> Численные методы решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений Некорректность численных методов решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений	1,5		[1] стр. 77-91
4	<b>Лекция №4</b> Особые точки и их инвариантные многообразия Особые точки систем дифференциальных уравнений Устойчивость особых точек и стационарных решений	1,5		[1] стр. стр. 93 - 122
5	<b>Лекция №5</b> Инвариантные многообразия Особые точки линейных векторных полей. Сепаратрисы особых точек. Гомоклинические и гетероклинические траектории. Сепаратрисные контуры	1,5		[1] стр. стр. 124–139
6	<b>Лекция №6</b> Периодические и непериодические решения, предельные циклы и инвариантные торы Периодические решения Предельные циклы Отображение Пуанкаре	1,5		[1] стр. 142 -176
7	<b>Лекция №7</b> Аттракторы автономных диссипативных систем обыкновенных дифференциальных уравнений Основные определения Классические регулярные аттракторы диссипативных систем обыкновенных дифференциальных уравнений Классические нерегулярные аттракторы диссипативных динамических систем	1,5		[1] стр. 179-203

Документ СМК	ПД 11/1.05-2014	
учебно-методический комплекс дисциплины	Редакция 3	

	Размерность аттракторов. Фракталы			
8	<b>Лекция №8</b> Бифуркации в нелинейных системах обыкновенных дифференциальных уравнений Структурная устойчивость и бифуркации Структурная устойчивость Бифуркации	1,5		[1] стр. 206-235
9	<b>Лекция №9</b> Однопараметрические локальные бифуркации Бифуркации устойчивых особых точек Бифуркации устойчивых предельных циклов Бифуркации устойчивых двумерных торов	1,5		[1] стр. 329-342
10	<b>Лекция №10</b> Простейшие двухпараметрические локальные бифуркации Нормальная форма складки Нормальная форма сборки	1,5		[2] стр. 11-107
11	<b>Лекция №11</b> Нелокальные бифуркации Бифуркации гомоклинических сепаратрисных контуров Бифуркации гетероклинических сепаратрисных контуров Приближенный метод нахождения точек бифуркаций гомоклинических и гетероклинических контуров Каскады бифуркаций. Сценарии перехода к хаосу Бифуркации нерегулярных аттракторов	1,5		[2] стр. 110-137
12	<b>Лекция №12</b> Хаотические системы обыкновенных дифференциальных уравнений Система уравнений Лоренца Классический сценарий рождения аттрактора Лоренца Сценарий рождения аттрактора Лоренца через неполный двойной гомоклинический каскад бифуркаций	1,5		[2] стр. 138-164
13	<b>Лекция №13</b> Комплексная система уравнений Лоренца Сценарий перехода к хаосу Системы уравнений Ресслера Система Чуа	1,5		[2] стр. 249-341
14	<b>Лекция №14</b> Некоторые другие хаотические системы обыкновенных дифференциальных уравнений Системы Валлиса Система Рикитакки Система "Simple" Система Рабиновича-Фабриканта	1,5		[2] стр. 343-405
15	<b>Лекция №15</b> Заключительное занятие. Защита курсовой работы.	1,5		

Документ СМК	ПД 11/1.05-2014	
учебно-методический комплекс дисциплины	Редакция 3	

## 4.2.СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ (СЕМИНАРСКИХ, СТУДИЙНЫХ) ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### Динамические системы и теория устойчивости

1	<b>Практическое занятие №1</b> Колебания Линейность и нелинейность. Нелинейные элементы . Зависимость периода нелинейных колебаний от амплитуды . .....	1,5		[7] стр. 13-52
2	<b>Практическое занятие №2</b> Особенности спектров нелинейных систем . . . . Мультистабильность и гистерезис . . . . .	1,5		[7] стр. 54-72
3	<b>Практическое занятие №3</b> Динамические системы. Консервативные и диссипативные системы . . . . . Фазовые портреты нелинейных систем . . . . .	1,5		[7] стр. 77-91
4	<b>Практическое занятие №4</b> Нелинейный осциллятор. Приближение слабой нелинейности . . . . . Нелинейный осциллятор. Движение вблизи сепаратрисы . . . .....	1,5		[ 7] стр. стр. 93 - 122
5	<b>Практическое занятие №5</b> Метод медленно меняющихся амплитуд . . . . . Быстрые и медленные движения в случае сильной диссипации . .	1,5		[7] стр. стр. 124 – 139
6	<b>Практическое занятие №6</b> Автоколебательные системы . ..... Уравнения Ван-дер-Поля и Рэля . . . . . Жесткое возникновение автоколебаний . . . . .	1,5		[7] стр. 142 - 176
7	<b>Практическое занятие №7</b> Релаксационные колебания . . ..... Сечение Пуанкаре. Одномерные дискретные отображения . . .....	1,5		[7] стр. 179- 203
8	<b>Практическое занятие №8</b> Нелинейные колебания. Задачи для компьютерного исследования . . . . . Ряд Тейлора и модели . . . . .	1,5		[7] стр. 206- 235
9	<b>Практическое занятие №9</b> Понятия типичности и континуальности . . . . . «Игрушки» теории катастроф . . . . .	1,5		[ 7] стр. 329- 342
10	<b>Практическое занятие №10</b> Критические точки функций одной переменной . . Критические точки функций двух переменных . . .	1,5		[7] стр. 11- 107

Документ СМК	ПД 11/1.05-2014	
учебно-методический комплекс дисциплины	Редакция 3	

11	<b>Практическое занятие №11</b> Катастрофа коразмерности один – складка Катастрофа коразмерности два – сборка . . . . .	1,5		[7] стр. 110-137
12	<b>Практическое занятие №12</b> Катастрофы и теория упругости . . . . . Катастрофы и физика фазовых переходов . . . . Каустики и волны . . . . . Колебания . . . . . Катастрофы. Задачи для компьютерных исследований	1,5		[7] стр. 138-164
13	<b>Практическое занятие №13</b> Бифуркации Классификация и примеры динамических систем . . Бифуркации одномерных потоков . . . . . Бифуркация Андронова-Хопфа . . . . .	1,5		[7] стр. 249- 341
14	<b>Практическое занятие №14</b> Бифуркации предельных циклов . . . . . Бифуркации одномерных отображений коразмерности один . . . . . . Бифуркации двух- и трехпараметрических одномерных отображений . . . . . Бифуркации двумерных отображений . . . . . Квазипериодические режимы и синхронизация в двумерных и одномерных отображениях . . . . . Динамические системы и бифуркации. Задачи для компьютерных исследований	1,5		[ 7] стр. 343-405
15	<b>Практическое занятие №15</b> Защита КР.	1,5		

## 5.1. ОПИСАНИЕ ЗАДАНИЙ НА СРО

### Динамические системы и теория устойчивости

№ п/п	Наименование СРО	Дата контроля (номер недели)	Условия выполнения и объем
1	Курсовая работа	7, 15 неделя	Выполнить согласно методически заданиям по КР.

## 5.2. Внеаудиторные занятия (СРО) (указать кол-во академ. часов)

№	Наименование и краткое содержание СРО	Планируемое время на выполнение задания

Документ СМК	ПД 11/1.05-2014	
учебно-методический комплекс дисциплины	Редакция 3	

1	2	3
1	Подготовка к занятиям и проработка материалов лекций	45
2	Выполнение задания на СРО	5
3	Изучение дополнительной литературы по теме курсовой работы	20
4	Обработка результатов экспериментальной части курсовой работы и написание курсовой работы	23
5	Подготовка к рубежному и итоговому контролю	20
6	СРОП	23
	Всего	135

## 6. СПИСОК ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

№	Авторы	Наименование учебника, учебного пособия и т.д.	Издательство, год издания
1	2	3	4
Основная			
1	Magnickij N.A., Sidorov S.V.	Novye metody haoticheskoj dinamiki	(URSS, 2004)(ru)(600dpi)(T)(321s)_PNc_
2	Андронов А.А.	Качественная теория динамических систем.	«Наука», 1966
3	Малкин И.Г.	Теория устойчивости движения	М.: Наука, 1966. -530 с
4	Калитин Б.С.	Качественная теория устойчивости движения динамических систем	БГУ, 2002
5	Мартынюк А.А.	Устойчивость движения. метод предельных уравнений	Наук.думка, 1990
6	Косевич А.М.	Введение в нелинейную физическую механику	Наук.думка, 1989
7	Kuznecov A.P.	Kolebanija, katastrofy, bifurkacii, haos (zadachi)	(Saratov, 2000)(ru)(49s)

### 7.1. ПОЛИТИКА ВЫСТАВЛЕНИЯ ОЦЕНОК ДЛЯ СТУДЕНТОВ ОЧНОГО ОБУЧЕНИЯ

Компоненты	Количество заданий	Максимальный балл за 1 задание	Вес оценки в общей, %
Подготовка КР	1	20	20
Защита КР	1	40	40
Итоговый экзамен дифзачет/ тест	1	40	40

### 7.2. ПОЛИТИКА ВЫСТАВЛЕНИЯ ОЦЕНОК ДЛЯ СТУДЕНТОВ



Документ СМК	ПД 11/1.05-2014	
учебно-методический комплекс дисциплины	Редакция 3	

### ЗАОЧНОГО ОБУЧЕНИЯ

Компоненты	Количество заданий	Максимальный балл за 1 задание	Вес оценки в общей, %
Подготовка КР	1	20	20
Защита КР	1	40	40
Итоговый экзамен дифзачет/ тест	1	40	40
Итого			100

#### 8. Примерный перечень контрольных вопросов по итоговому контролю модуля

##### Динамические системы и теория устойчивости

1. Дайте краткое пояснение назначения динамической системы.
2. Объясните сущность понятия устойчивость.
3. Прокомментируйте связь траектории с фазовой плоскостью.
4. Какие динамические системы Вам известны?
5. В чем заключается сложность анализа устойчивости динамической системы?
6. В каких сферах деятельности могут применять динамические системы?

#### Программу обучения по дисциплинам модуля Динамические системы и теория устойчивости, подготовил (и)

к.т.н., и о доцента Шевцов А.Н.

/ должность, звание/

/Ф.И.О/

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Математика  
/наименование кафедры/

Протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201 \_\_\_\_ г.

Подпись исполнителей \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_