

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ, ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И  
ИННОВАЦИЙ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**ОШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ, ФИЗИКИ, ТЕХНИКИ И  
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА, ИНФОРМАТИКА И  
ГРАФИЧЕСКИЙ ДИЗАЙН**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС**

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ  
ТЕХНИЧЕСКИХ И ИНЖЕНЕРНЫХ ЗАДАЧ**

**510200 «Прикладная математика и  
информатика»**

**Составитель**



**Жусубалиев Ж.Т.  
д.т.н., профессор**

**Ош – 2025**

## **СОДЕРЖАНИЕ**

1. Цели и задачи дисциплины .....	4
2. Технологическая карта .....	5
3. Тематический план лекционных занятий .....	5
4. Тематический план практических занятий .....	6
5. Литература .....	6
6. Критерии оценивания .....	7
7. Критерии оценки знаний .....	7

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ, ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И ИННО-  
ВАЦИЙ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**ОШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ, ФИЗИКИ, ТЕХНИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ**

**ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА, ИНФОРМАТИКА И ГРАФИЧЕСКИЙ  
ДИЗАЙН**

<p>«Согласован» Зав. отд. аспирантуры и докторантурой ОшГУ к.б.н., доцент:  Молдалиев Ж.Т. _____ сентябрь 2025 года</p>	<p>«Утвержден» на заседании кафедры ПМИГД, протокол _____ от _____ сентября 2025 года. Зав. кафедры ПМИГД ИМФТИТ ОшГУ к.т.н., доцент:  Колдошов Т.М.</p>
--	---

**УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА  
(СИЛЛАБУС)**

**Дисциплина:** Математическое моделирование технических и инженерных задач

**Направления:** 510200 «Прикладная математика и информатика»

**Расчет часов по учебному плану**

Математиче- ское моделиро- вание техниче- ских и инже- нерных задач	Количество часов				СРД	Отчетность		
	Всего	Аудиторные занятия						
		Всего ауд.	Лекции	Практ.				
1 курс, 1 сем.	150 часов 5 кред.	60	24	36	90	Экзамен		

Учебная программа (силлабус) составлена на основе Государственного образовательного стандарта по специальности 510200 “Прикладная математика и информатика” для PhD докторантов.

Составитель: д.т.н., профессор



Жусубалиев Ж.Т.

Ош-2025

## **Сведения о преподавателе**

### **Лектор-преподаватель:**

**Жусубалиев Жаныбай Турсунбаевич** – д.т.н., профессор, профессор каф. прикладной математики, информатики и графического дизайна Института МФТиИТ ОшГУ,

общий стаж работы – 43 года, образование – высшее, окончил конструкторско-технологический факультет Томского института автоматизированных систем управления и радиоэлектроники (ТИАСУР) в 1982 г.

Почетный работник сферы образования Российской Федерации  
Рабочее место: 723500. Главный корпус ОшГУ, ул. Алымбек Датка, 331, каб. 326.

Мобильный телефон: +996 553 50-00-54  
E-mail: zhanybai@[zhanybai@gmail.com](mailto:zhanybai@gmail.com)

### **Контактная информация:**

Лекционные занятия проводятся в Мультимедийном лекционном классе (ауд. 330), практические занятия в компьютерных классах 302, где осваиваются навыки работы с различными пакетами программ.  
Дежурство преподавателя проводится в аудитории 328 по вторникам с 16<sup>00</sup> до 18<sup>00</sup>.

### **1. Цели и задачи дисциплины**

#### ***Цели:***

Формирование у докторантов базовых знаний математического моделирования нелинейных систем со сложной динамикой, развитие практических навыков составления математических моделей в инженерных приложениях, таких как электроника, системы автоматического управления, объекты мехатронных и робототехнических систем, овладение методами решения практических задач с использованием современных технологий и средств математического моделирования.

#### ***Задачи дисциплины:***

Получение базовых знаний по математическому моделированию нелинейных систем; изучение численных методов реализации математических моделей, методов современной теории устойчивости и бифуркаций нелинейных систем в инженерных приложениях; получение навыков математического моделирования использованием современных технологий и программных средств математического моделирования.

**Выпускники программы** могут работать исследователями в применении современных методов математического моделирования нелинейных динамических систем в приложении к физике, электронике, механике, биологии, медицине и экономике, специалистами по исследованию, разработке и внедрению современных информационных технологий, программных средств математического моделирования нелинейных систем.

## 2. Технологическая карта

Всего	Ауд. часы	СРД	1 модуль (60 ч., 30 б.)			2 модуль (60 с., 30 б.)			Итоговый контроль (ИК) (30 б.)			Поощрительные баллы	Всего		
			Ауд. ч.		СРД	Ауд. ч.		СРД	Лекция		СРД	Итоговый контроль ИК			
			Лекция	Лаборатория		Лекция	Лаборатория		Лекция	Лаборатория					
120	60	60	12	18	30	12	18	30	30	30	20	30 б	10 б		
Баллы			30	30	30	30 б.	30	30	30	30 б.	30	30 б	10 б		
Модули и рез-ты итоговых контролей			TK=(Лек+Пр+ +CP)/3, M1=(TK1+TK2+ +ИК1)/3			TK=(Лек+Пр+ +CP)/3, M2=(TK3+TK4+ +ИК2)/3			ИК=(Лек+Пр+ +CP)/3, Экз=M1+M2+ИК+П			100			

Ауд. – аудитория, ТК – текущий контроль, М – модули, СР – самостоятельная работа диссертанта, РК – рубежный контроль, ИК – итоговый контроль, П – поощрительный балл.

## 3. Тематический план лекционных занятий

№	Наименование разделов, модулей и тем	К-во часов
<b>Модуль 1</b>		
1	Математическое моделирование как метод изучения окружающего мира. Основные понятия математического моделирования.	2
2	Этапы математического моделирования и содержание его этапов: формирование математической модели и ее реализация.	2
3	Содержание формирования математической модели. Фундаментальные законы природы и эмпирические закономерности. Примеры получения модели из фундаментальных законов природы и эмпирических закономерностей.	2
4	Содержание этапов реализации математической модели. Примеры реализации модели.	2
5	Динамические модели с непрерывным временем: автономные и неавтономные динамические системы (векторные поля).	2
6	Дискретные нелинейные модели: Отображение Пуанкаре.	2
<b>Модуль 2</b>		
7	Кусочно-гладкие модели с непрерывным и дискретным временем.	2
8	Автономные и неавтономные негладкие отображения. Примеры динамических моделей.	2
9	Методы численной реализации математических моделей: методы численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений, методы решения нелинейных уравнений. Устойчивость численных методов.	2
10	Введение в нелинейную динамику математических моделей. Гладкие динамические модели: состояния равновесия и периодические движения. Устойчивость и бифуркаций инвариантных множеств автономных и неавтономных непрерывных систем.	2
11	Гладкие и кусочно-гладкие дискретные модели. Устойчивость и бифуркации неподвижных точек и периодических движений дискретных систем.	2
12	Локальные бифуркации. Нелокальные бифуркации инвариантных множеств.	2
Всего:		
24 часа		

#### 4. Тематический план практических занятий

№	Наименование разделов, модулей, темы и учебных вопросов	К-во часов
<b>Модуль 1</b>		
1	Построение схемы замещения и математической модели объекта	2
2	Нормирование и приведение к каноническому виду уравнений движения	2
3	Алгоритм поиска периодического решения линейных динамических моделей	2
4	Исследование устойчивости состояний равновесия автономных динамических моделей	2
5	Исследование устойчивости периодических решений линейных динамических моделей	2
6	Исследование локальной устойчивости равновесных решений (состояний равновесия автономных систем, периодический решений автономных и неавтономных) нелинейных динамических моделей	2
7	Методы построения сечений Пуанкаре гладких нелинейных динамических моделей с непрерывным временем.	2
8	Метод анализа локальной устойчивости периодических решений нелинейных динамических моделей с дискретным временем	2
9	Бифуркации равновесных гладких нелинейных динамических моделей: бифуркации состояний равновесия и периодических решения: седлоузловая, транскритическая, вилообразная, удвоения периода, Андронова-Хопфа, (Неймарка- Саккера в моделях с дискретным временем)	2
<b>Модуль 2</b>		
10	Кусочно-гладкие динамические модели. Инвариантные множества кусочно-гладких моделей с непрерывным и дискретным временем. Обратимые и необратимые отображения	2
11	Методы поиска равновесных решений отображений	2
12	Метод анализа локальной устойчивости отображений	2
13	Локальные бифуркции коразмерности один кусочно-гладких непрерывных отображений	2
14	Метод анализа локальных бифуркаций кусочно-гладких отображений с помощью нормальной формы	2
15	Нелокальные бифуркации: гомо-, гетероклинические бифуркации. Понятие инвариантных многообразий седловых периодических циклов, гомоклинической структуры	2
16	Алгоритмы поиска устойчивых и неустойчивых инвариантных многообразий седловых периодических орбит	2
17	Понятие о вырожденных бифуркациях в негладких отображениях и методы их анализа	2
18	Моделирование двухчастотных колебаний в отображениях. Резонансы и замкнутые инвариантные кривые при резонансах. Алгоритмы расчета замкнутых инвариантных кривых	2
Всего:		36 часов

#### 5. Литература

1. Iooss G., Joseph D.D. Elementary stability and bifurcation theory. New York: Springer-Verlag, 1990.
2. Бондарь В.А., Баушев В.С., Кобзев А.В. Методы анализа и расчета электронных схем. Учебное пособие. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1989 – 307 с.

3. Якубович А.А., Старжинский В.М. Линейные дифференциальные уравнения с периодическими коэффициентами и их приложения.– М.: Наука, 1972.– 650 с.
4. Kuznetsov Yu. A. Elements of Applied Bifurcation Theory. New York: Springer-Verlag, 2004.
5. Zhusubaliyev Zh.T., Mosekilde E. Bifurcations and chaos in piecewise-smooth dynamical systems. Singapore: World Scientific, 2003.
6. Неймарк Ю.И. Математическое моделирование как наука и искусство: Учебник. 2-е изд., испр. и доп. Н. Новгород: Изд-во Нижегородского госуниверситета, 2010. – 420 с.

## 6. Критерии оценивания

Оценка знаний (академической успеваемости)  
PhD докторанта

<b>30 балльная система</b>	<b>100 балльная система</b>	<b>Буквенная система</b>	<b>GPA</b>	<b>Традиционная система</b>
<b>26 – 30</b>	<b>87 – 100</b>	<b>А</b>	<b>4,0</b>	<b>Отлично</b>
<b>24 – 25</b>	<b>80 – 86</b>	<b>В</b>	<b>3,33</b>	<b>Хорошо</b>
<b>22 – 23</b>	<b>74 – 79</b>	<b>С</b>	<b>3,0</b>	
<b>20 – 21</b>	<b>68 – 73</b>	<b>Д</b>	<b>2,33</b>	
<b>18 – 19</b>	<b>61 – 67</b>	<b>Е</b>	<b>2,0</b>	<b>Удовлетворительно</b>
<b>9 – 17</b>	<b>31 – 60</b>	<b>FX</b>	<b>0</b>	
<b>0 – 8</b>	<b>0 – 30</b>	<b>F</b>	<b>0</b>	<b>Неудовлетворительно</b>

## 7. Критерии оценки знаний

Выставление оценок на экзаменах осуществляется на основе принципов объективности, справедливости, всестороннего анализа качества знаний магистрантов, и других положений, способствующих повышению надежности оценки знаний обучающихся и устранению субъективных факторов. В соответствии с действующими нормативными актами и рекомендациями Министерства образования и науки КР устанавливаются следующие критерии выставления оценок на экзаменах:

- оценка "отлично" выставляется магистранту, который показал на экзамене всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, который усвоил основную литературу и ознакомился с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка "отлично" выставляется магистрантам, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины и их значений для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала;

- оценка "хорошо" выставляется магистранту, который на экзамене продемонстрировал полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные в программе задания, усвоил основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценка "хорошо" выставляется магистрантам, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному

выполнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности;

- оценка "удовлетворительно" выставляется магистранту, показавшему знание основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющемуся с выполнением заданий, предусмотренных программой, который ознакомился с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка "удовлетворительно" выставляется магистрантам, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя;

- оценка "неудовлетворительно" выставляется магистранту, показавшему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, не ознакомившемуся с основной литературой, предусмотренной программой, и не овладевшему базовыми знаниями, предусмотренными по данной дисциплине и определенными соответствующей программой курса (перечень основных знаний и умений, которыми должны овладеть магистранты, является обязательным элементом рабочей программы курса).

Оценка знаний (академической успеваемости) магистранту осуществляется по 100 балльной системе (шкале) следующим образом:

30 балльная система	100 балльная система	Буквенная система	GPA	Традиционная система
26 – 30	87 – 100	A	4,0	Отлично
24 – 25	80 – 86	B	3,33	Хорошо
22 – 23	74 – 79	C	3,0	
20 – 21	68 – 73	Д	2,33	
18 – 19	61 – 67	E	2,0	Удовлетворительно
9 – 17	31 – 60	FX	0	
0 – 8	0 – 30	F	0	Неудовлетворительно