

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФГАОУ ВО «СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ:

Директор

ЦОЦ «Институт непрерывного  
образования»

Е.В. Мошкина

2021 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

**«Устойчивость дискретных динамических систем»**

Красноярск 2021

# **I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ**

## **1.1. Аннотация программы**

Программа предназначена для изучения современного состояния многомерной теории дискретных динамических систем. Классическая одномерная теория хорошо развита и нашла многочисленные применения в различных областях науки и техники. Переход к многомерному случаю сопряжен со значительными трудностями как при построении теории разностных уравнений, так и при определении понятия устойчивости соответствующих дискретных динамических систем. Существенную роль в преодолении этих трудностей играет теория амёб алгебраических гиперповерхностей и программа предполагает знакомство с элементами этой теории.

## **1.2. Цель программы**

Повышение профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации в сфере многомерного комплексного анализа. Совершенствование профессиональных компетенций преподавателей вуза, научных работников, аспирантов и магистров в использовании современных методов теории разностных операторов и дискретных динамических систем для научных исследований и работы с обучающимися в основном и дополнительном математическом образовании на разных ступенях обучения.

## **1.3. Компетенции (трудовые функции) в соответствии с профессиональным стандартом (формирование новых или совершенствование имеющихся)**

Единый квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и служащих (ЕКСД), «Квалификационная характеристика должностей руководителей и специалистов высшего профессионального и дополнительного профессионального образования», «Должности профессорско-преподавательского состава»:

- организует и проводит учебную, воспитательную и учебно-методическую работу по преподаваемой дисциплине или отдельным видам учебных занятий;
- создает условия для формирования у обучающихся (студентов, слушателей) основных составляющих компетентности, обеспечивающей успешность будущей профессиональной деятельности выпускников;
- проводит все виды учебных занятий, учебной работы;
- разрабатывает рабочие программы по преподаваемым дисциплинам;
- комплектует и разрабатывает методическое обеспечение преподаваемых дисциплин или отдельных видов учебных занятий и учебной работы;
- принимает участие в научно-исследовательской работе обучающихся (студентов, слушателей), руководит их самостоятельной работой по преподаваемой дисциплине или отдельным видам учебных занятий и учебной работы, участвует в профессиональной ориентации школьников;
- контролирует и проверяет выполнение обучающимися (студентами, слушателями) домашних заданий, соблюдение ими правил по охране труда и пожарной безопасности при проведении учебных занятий, выполнении лабораторных работ и практических занятий;
- принимает участие в подготовке учебников, учебных и учебно-методических пособий, разработке, рабочих программ и других видов учебно-методической работы кафедры или иного структурного подразделения.

## **1.4. Планируемые результаты обучения**

В результате успешного освоения программы «Устойчивость дискретных динамических систем» слушатели будут способны:

1. Исследовать устойчивость одномерной дискретной динамической системы, для которой полиномиальный разностный оператор имеет порядки два и три.

2. Формулировать по заданному многограннику Ньютона задачу Коши для многомерного разностного уравнения.
3. Записывать формулу для решения задачи Коши в случае полиномиальных начальных данных.
4. Исследовать устойчивость двумерной динамической системы для полиномиальных разностных операторов специального вида.

**1.5. Категория слушателей:** преподаватели, научные работники, аспиранты, магистранты вузов.

**1.6. Требования к уровню подготовки поступающего на обучение**

Слушатели с наличием базового высшего или среднего профессионального образования по математике. Необходимо владение базовыми интернет-технологиями (веб-поиск, файловые сервисы и пр.), навыки работы в программе для организации видеоконференций Zoom.

**1.7. Продолжительность обучения:** 36 академических часов.

**1.8. Форма обучения:** очно-заочная с применением дистанционных образовательных технологий.

**1.9. Требования к материально-техническому обеспечению, необходимому для реализации дополнительной профессиональной программы повышения квалификации (требования к аудитории, компьютерному классу, программному обеспечению)**

Аудитория для проведения занятий, оснащенная доской.

Для доступа к учебным материалам в системе электронного обучения СФУ «е-Курсы» (<https://e.sfu-kras.ru/>) и дистанционным занятиям необходимо наличие у слушателя компьютера или ноутбука, имеющего стандартное программное обеспечение (операционная система, офисные программы), выход в Интернет, возможность подключения к сервису видеоконференций Zoom.

**1.10. Документ об образовании:** удостоверение о повышении квалификации установленного образца.

## II. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

### 2.1. Учебно-тематический план

№ п/п	Наименование и содержание разделов и тем программы	Всего часов	В том числе:		Использование средств ЭО и ДОТ	Результаты обучения
			Контактная работа	Самостоятельная работа		
1.	<b>Одномерные дискретные динамические системы</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	LMS Moodle	Исследовать устойчивость одномерной дискретной динамической системы, для которой полиномиальный разностный оператор имеет порядки два и три
2.	<b>Задача Коши для многомерного разностного уравнения</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	LMS Moodle	
2.1.	Постановка задачи Коши, условия ее разрешимости	8	4	4	LMS Moodle	Формулировать по заданному многограннику Ньютона задачу Коши для многомерного разностного уравнения
2.2.	Фундаментальное решение задачи Коши, формулы для решения	8	4	4	LMS Moodle	
3.	<b>Устойчивость многомерной дискретной динамической системы</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	LMS Moodle	
3.1.	Устойчивость в классе экспоненциальных решений	8	4	4	LMS Moodle	Записывать формулу для решения задачи Коши в случае полиномиальных начальных данных
3.2.	Двумерные дискретные динамические системы. Специальный случай	4	2	2	LMS Moodle	Исследовать устойчивость двумерной динамической системы для полиномиальных разностных операторов специального вида
	<b>Итоговый контроль</b>	<b>4</b>	<b>4</b>		LMS Moodle	
	<b>ИТОГО</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>18</b>		

## 2.2. План учебной деятельности

Результаты обучения	Учебные действия / формы текущего контроля	Используемые ресурсы / инструменты / технологии
Исследовать устойчивость одномерной дискретной динамической системы, для которой полиномиальный разностный оператор имеет порядки два и три	Изучение необходимых теоретических сведений и методов их применения для исследования дискретных динамических систем. Разбор решения задач/ решение задач Обсуждение. Взаимная оценка и рецензирование итоговых заданий	Материалы электронного курса в системе электронного обучения СФУ «eКурсы». Видеоконференция в Zoom.
Формулировать по заданному многограннику Ньютона задачу Коши для многомерного разностного уравнения	Изучение необходимых теоретических сведений и методов их применения для исследования дискретных динамических систем. Разбор решения задач/ решение задач Обсуждение. Взаимная оценка и рецензирование итоговых заданий	Материалы электронного курса в системе электронного обучения СФУ «eКурсы». Видеоконференция в Zoom.
Записывать формулу для решения задачи Коши в случае полиномиальных начальных данных	Изучение необходимых теоретических сведений и методов их применения для исследования дискретных динамических систем. Разбор решения задач/ решение задач Обсуждение. Взаимная оценка и рецензирование итоговых заданий	Материалы электронного курса в системе электронного обучения СФУ «eКурсы». Видеоконференция в Zoom.
Исследовать устойчивость двумерной динамической системы для полиномиальных разностных операторов специального вида	Изучение необходимых теоретических сведений и методов их применения для исследования дискретных динамических систем. Разбор решения задач/ решение задач Обсуждение. Взаимная оценка и рецензирование итоговых заданий	Материалы электронного курса в системе электронного обучения СФУ «eКурсы». Видеоконференция в Zoom.

## 2.3. Виды и содержание самостоятельной работы

Список тем для самостоятельной работы определяется преподавателям с учётом индивидуальной подготовки слушателей и планируемыми результатами обучения. Примерные темы для устных сообщений или кратких письменных работ, а также методические материалы, необходимые для их выполнения, представлены в соответствующих элементах электронного курса в системе электронного обучения СФУ «eКурсы».

## III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

### 3.1. Учебно-методическое обеспечение, в т.ч. электронные ресурсы в корпоративной сети СФУ и сети Интернет

1. Лейнартас Е.К., Лейнартас Д.Е. Многомерные разностные уравнения: учебное пособие. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2000. – 154 с.
2. Пантелеев А.В., Якимова А.С. Теория функций комплексного переменного и операционное исчисление в примерах и задачах: учебное пособие. – М.: Высш. шк., 2001. – 445 с.

## IV. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

### 4.1. Формы аттестации, оценочные материалы, методические материалы

Программа предусматривает проведение текущей и итоговой аттестации. Текущая аттестация слушателей проводится на основе оценки активности и участия в дискуссиях в ходе семинаров, а также качество выполнения заданий в электронном обучающем курсе.

Методические материалы необходимые для выполнения текущих заданий предоставлены в соответствующих элементах электронного обучающего курса и включают описание задания и методические рекомендации по его выполнению.

Критерии оценивания результатов работы:

- уровень освоения учебного материала;
- уровень умения пользования теоретического знания при выполнении практических задач;
- обоснованность и чёткость изложения материала;
- правильное употребление математических понятий и терминов;
- умение обосновать свою точку зрения;

### 4.2. Требования и содержание итоговой аттестации

Основанием для аттестации слушателей заданной программы является выполнение текущих заданий, предложенных преподавателем или положительная оценка письменной работы после её обсуждения с преподавателем.

Программу составили:

Д-р физ.-мат. наук, профессор

  
Лейнартас Е.К.

Инженер-исследователь

  
Клешкова Е.А.

Руководитель программы:

Д-р физ.-мат. наук, профессор

  
Лейнартас Е.К.