

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1156302	Применение теории катастроф для исследования решений дифференциальных уравнений

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Математика	Код ОП 1. 01.03.01/33.01
Направление подготовки 1. Математика	Код направления и уровня подготовки 1. 01.03.01

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Хачай Олег Юрьевич	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	Доцент	математического анализа

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Применение теории катастроф для исследования решений дифференциальных уравнений

1.1. Аннотация содержания модуля

Данный курс предназначен дать основы методов анализа дифференциальных уравнений, основанных на применении теории катастроф. Такие методы позволяют находить положение особых точек и их многообразий для нелинейных дифференциальных уравнений, зависящих от параметров, производить классификацию указанных точек и локально преобразовывать такие уравнения к стандартным формам теории катастроф. Это позволяет, путем подробного ознакомления с различными стандартными формами, добиться понимания эффектов, таких как, например, бифуркации решений, возникающих в широком классе нелинейных дифференциальных уравнений. Этого, в свою очередь, достаточно для описания, как минимум на качественном уровне, поведения решений многих сложных нелинейных задач теории динамических систем. Методы и факты курса позволят студентам самостоятельно производить анализ особенностей некоторых содержательных математических моделей. В частности, метод расщепления часто дает возможность значительно упростить задачу, отбросив большое количество параметров, входящих в структурно устойчивую морсовскую составляющую дифференциального уравнения и сконцентрировав исследование на существенно вырожденной части уравнения. Метод Сирсмы построения универсальной деформации и классификационная теорема Тома позволяют находить стандартные формы, к которым можно преобразовать нелинейное дифференциальное уравнение вблизи критической точки высокого порядка, что в совокупности с асимптотическими методами дает возможность описывать поведение решений сложных нелинейных уравнений

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Применение теории катастроф для исследования решений дифференциальных уравнений	3
ИТОГО по модулю:		3

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Анализ функций одного и нескольких переменных 2. Дифференциальные уравнения и их приложения
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Применение теории катастроф для исследования решений дифференциальных уравнений	ПК-1 - Способен демонстрировать базовые знания математических и естественных наук, основ программирования и информационных технологий	<p>З-1 - Привести примеры математических теорем, естественнонаучных законов, базовых понятий программирования и информационных технологий</p> <p>У-1 - Обобщить полученные базовые математические знания, определить оптимальные методы программирования для решения профессиональных задач</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт сбора информации в математических и естественных науках, основах программирования и информационных технологий</p>
	ПК-2 - Способен создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках, промышленности и бизнесе, с учетом возможностей современных информационных технологий и программирования и компьютерной техники	<p>З-1 - Определять необходимые методы для создания новых математических моделей с учетом возможностей современных информационных технологий и программирования и компьютерной техники</p> <p>У-1 - Анализировать разработанные математические модели в естественных науках, промышленности и бизнесе</p> <p>П-1 - Осуществлять обоснованный выбор методов математического моделирования для различных областей, с учетом возможностей современных информационных технологий и программирования и компьютерной техники</p>
	ПК-6 - Способность использовать методы математического и алгоритмического моделирования при анализе управленческих задач в наудно-технической сфере, в экономике,	<p>З-1 - Описывать современные методы математического и алгоритмического моделирования</p> <p>У-1 - Анализировать задачи в различных сферах деятельности с использованием математического и алгоритмического аппарата</p> <p>П-1 - Разрабатывать модели для управленческих задач в наудно-технической</p>

	бизнесе и гуманитарных областях знаний	сфере, в экономике, бизнесе и гуманитарных областях знаний
--	--	--

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Применение теории катастроф для
исследования решений дифференциальных
уравнений

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Хачай Олег Юрьевич	кандидат физико-математических наук, без ученого звания	Доцент	математического анализа

Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики

Протокол № 2 от 13.04.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Хачай Олег Юрьевич, Доцент, математического анализа

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Знакомство с рассматриваемыми задачами.	Примеры постановок задач для дифференциальных уравнений и иллюстрации их решений, наглядно демонстрирующие катастрофические моменты поведения этих решений вблизи особых точек нелинейных функций, входящих в данные уравнения. Примеры зависимости поведения решения в конкретной точке от предыстории процесса.
2	Локальное исследование функции в точке дифференциальной особенности без учета параметрического возмущения.	Структурная устойчивость функции. Соответствующие замены переменных. Теорема о неявной функции. Морсовские формы. Лемма Морса о расщеплении.
3	Учет параметрического возмущения.	Структурная устойчивость семейства функций. Соответствующие замены переменных. Более общие формулировки теоремы о неявной функции, леммы Морса о расщеплении.
4	Орбиты струй и касательные пространства.	Конечная определенность. Пространства струй. Группа Ли преобразований струй. Орбиты струй и касательные пространства.
5	Теоремы о конечной определенности.	Сильная конечная определенность. Градиентный идеал. Метод Сирсмы исследования функции на конечную определенность. Диаграмма Ньютона.

6	Теорема Тома.	Версальные деформации и их связь с k-определенностью. Метод Сирсмы построения универсальной деформации. Классификационная теорема Тома о канонических формах функции в окрестности критической точки.
7	Геометрия каспидных и омбилических катастроф.	Сведения о признаках, свойствах и геометрических особенностях элементарных каспидных и омбилических катастроф: «складки», « сборки», «ласточки хвоста» и эллиптической, гиперболической, параболической и символической омбилик. Бифуркационное множество (сепаратриса) и множество Максвелла.
8	Примеры применения.	Обзор применения теории катастроф к задачам с дифференциальными уравнениями, являющихся математической основой моделей, описывающих явления гистерезиса, фазового перехода, катастрофических переходов в механике, биологии, экономике. Признаки появления критических точек и катастроф при изучении эмпирических зависимостей.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-1 - Способен демонстрировать базовые знания математических и естественных наук, основ программирования и информационных технологий	З-1 - Привести примеры математических теорем, естественнонаучных законов, базовых понятий программирования и информационных технологий

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Применение теории катастроф для исследования решений дифференциальных уравнений

Электронные ресурсы (издания)

1. Арнольд, В. И.; Особенности дифференцируемых отображений : монография.; МЦНМО, Москва; 2009; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=62956> (Электронное издание)
2. Андронов, А. А., Железцов, Н. А.; Теория колебаний; Наука, Москва; 1981; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=123658> (Электронное издание)
3. Барбашин, Е. А.; Введение в теорию устойчивости; Наука, Москва; 1967;

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=116166> (Электронное издание)

4. Демидович, Б. П., Купцов, Н. П.; Лекции по математической теории устойчивости; Наука, Москва; 1967; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=447850> (Электронное издание)

5. Четаев, Н. Г.; Устойчивость движения; Наука, Москва; 1990; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468024> (Электронное издание)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Бекман И.Н. Лекции по теории катастроф // <http://beckuniver.ucoz.ru/Katastrofy/Katastrofy.htm>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Библиотека УрФУ <http://lib.urfu.ru>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Применение теории катастроф для исследования решений дифференциальных уравнений

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Свободное ПО: Mozilla Firefox
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Свободное ПО: Mozilla Firefox

		Подключение к сети Интернет	
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Свободное ПО: Mozilla Firefox
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Свободное ПО: Mozilla Firefox