

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ганеев Вилер Валиахметович
Должность: Директор
Дата подписания: 23.10.2023 10:19:53
Уникальный программный ключ:
fceab25d7092f3bff743e8ad3f8d57fddc1f5e66

**ФГБОУ ВО «УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»
БИРСКИЙ ФИЛИАЛ УУНиТ
ФАКУЛЬТЕТ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ**

Утверждено:
на заседании кафедры высшей математики и
физики
протокол № 4 от 23.11.2022 г.
Зав. кафедрой подписано ЭЦП/Чудинов В.В.

Согласовано:
Председатель УМК
факультета физики и математики
подписано ЭЦП/Бигаева Л.А.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
для очной формы обучения**

Нелинейные системы
Обязательная часть

программа магистратуры

Направление подготовки (специальность)
01.04.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль) подготовки
Направленность (профиль) "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ"

Квалификация
Магистр

Разработчик (составитель) Доцент, к. ф.-м.н., доцент (должность, ученая степень, ученое звание)	<u>подписано ЭЦП/Латыпов И.И.</u> (подпись, Фамилия И.О.)
-------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------

Для приема: 2020-2021 г.

Бирск 2022 г.

Составитель / составители: Латыпов И.И.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры высшей математики и физики
протокол № ____ от «____» _____ 20__ г.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании
кафедры _____,
протокол № ____ от «____» _____ 20 _ г.

Заведующий кафедрой _____ / _____ Ф.И.О/

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании
кафедры _____,
протокол № ____ от «____» _____ 20 _ г.

Заведующий кафедрой _____ / _____ Ф.И.О/

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании
кафедры _____,
протокол № ____ от «____» _____ 20 _ г.

Заведующий кафедрой _____ / _____ Ф.И.О/

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании
кафедры _____,
протокол № ____ от «____» _____ 20 _ г.

Заведующий кафедрой _____ / _____ Ф.И.О/

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций.....	4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы.....	6
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся).....	6
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	11
4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.....	11
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.....	13
4.3. Рейтинг-план дисциплины	18
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	18
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	18
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины.....	19
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	20

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

По итогам освоения дисциплины обучающийся должен достичь следующих результатов обучения:

Категория (группа) компетенций (при наличии ОПК)	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
Теоретические и практические основы профессиональной деятельности	Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики (ОПК-1);	ОПК-1.1. Анализирует проблемы в области фундаментальной и прикладной математики	Знать предметную область приложения фундаментальной и прикладной математики; методы анализа динамических моделей и систем, свойства и особенности критических точек динамических систем
		ОПК-1.2. Формулирует задачи исследования.	Уметь применять математические методы при моделировании процессов реального мира с помощью математических, компьютерных и динамических моделей
		ОПК-1.3. Решает актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики	Владеть навыками анализа исследуемой предметной области, анализа динамических моделей и систем.
	Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач (ОПК-2);	ОПК-2.1. Использует результаты прикладной математики для освоения, адаптации новых методов решения задач в области своих профессиональных интересов.	Знать методы решения модельных задач из области нелинейных процессов и систем.
		ОПК-2.2. Реализует и совершенствует новые методы, решения прикладных задач в области	Уметь применять математические методы при решении прикладных задач; определять и

		<p>профессиональной деятельности.</p>	<p>адаптировать математические методы необходимые для решения задач, описываемых нелинейными системами.</p>
		<p>ОПК-2.3. Проводит качественный и количественный анализ полученного решения с целью построения оптимального варианта.</p>	<p>Владеть навыками совершенствования и реализации новых математических методов решения прикладных задач в области нелинейных систем.</p>

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Нелинейные системы» относится к обязательной части.

Дисциплина изучается на ___1___ курсе в ___1___ семестре.

Цель изучения дисциплины: формирование знаний, умений и навыков в области математического моделирования посредством нелинейных систем, математических моделей реальных процессов, методов построения и исследования нелинейных систем, описывающих основные нелинейные процессы.

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

ФГБОУ ВО «УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»
БИРСКИЙ ФИЛИАЛ УУНиТ
ФАКУЛЬТЕТ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины «Нелинейные системы» на 1 семестр

очная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	6/216
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	46.2
лекций	22
практических/ семинарских	0
лабораторных	24
контроль самостоятельной работы (КСР)	0
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) ФКР	0.2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СРС)	169.8
Учебных часов на подготовку к зачету (Контроль)	0

Форма контроля:

Зачет 1 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов:				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		Лек	Лаб	Зч	СР С			
1 курс / 1 семестр								
1	<p>Введение. Нелинейные системы и нелинейные явления.</p> <p>Введение. Предмет и история развития понятия нелинейных систем. Динамическая нелинейная система и ее математическая модель. Принципы и примеры моделирования динамических систем. Классификация динамических систем.</p>	4	2		30	Осн. лит-ра № 1 Доп. лит-ра №№ 1,2,3	Лабораторная работа	Тестирование, Лабораторная работа
2	<p>Системы второго порядка.</p> <p>Качественное поведение линейных систем. Множественность равновесий. Качественное поведение вблизи точек равновесия. Предельные циклы Численное</p>	4	4		30	Осн. лит-ра №№ 1,2 Доп. лит-ра №№ 2,3	Лабораторная работа	Лабораторная работа, Тестирование

	построение фазовых портретов.							
3	Колебательные системы Колебательные системы и их свойства. Фазовые портреты типовых колебательных систем. Автоколебательные системы. Сценарий перехода от порядка к хаосу в динамической системе Ферхюльста. Логистические отображения.	4	6		35	Осн. лит-ра № 2 Доп. лит-ра № 1	Лабораторная работа	Лабораторная работа, Тестирование
4	Устойчивость, бифуркации, катастрофы Линейный анализ устойчивости. Бифуркации динамических систем. Возникновение и развитие понятия динамической системы внутри теории обыкновенных дифференциальных уравнений. Лапласовский детерминизм и начальная задача Коши. Теория динамических систем в работах Пуанкаре и Биркгофа. Простые и сложные особые точки векторных полей на плоскости. Некоторые приемы исследования расположения траекторий в окрестности сложной особой точки. Проблема различения центра и фокуса. Индекс Пуанкаре особой точки. "Мягкие" и "жесткие" бифуркации. Катастрофы.	6	6		39.8	Осн. лит-ра №№ 2,3	Лабораторная работа	Тестирование, Лабораторная работа
5	Детерминированный хаос Детерминированность. Хаос. Устойчивость и неустойчивость. Нелинейность. Неустойчивость и нелинейное ограничение. Детерминированный хаос.	4	6		35	Осн. лит-ра №№ 1,3	Лабораторная работа	Тестирование, Лабораторная работа

	Вероятностные свойства детерминированных систем. Детерминированный хаос - как свойство материального мира. Странные аттракторы.							
6	Зачет			1	0.2			
Итого по 1 курсу 1 семестру		22	24	1	170			
Итого по дисциплине		22	24	1	170			

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и формулировка компетенции: Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики (ОПК-1);

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения (Зачет)	
		Незачтено	Зачтено
ОПК-1.1. Анализирует проблемы в области фундаментальной и прикладной математики	Знать предметную область приложения фундаментальной и прикладной математики; методы анализа динамических моделей и систем, свойства и особенности критических точек динамических систем	Знания не сформированы	Знания полностью сформированы
ОПК-1.2. Формулирует задачи исследования.	Уметь применять математические методы при моделировании процессов реального мира с помощью математических, компьютерных и динамических моделей	Умения не сформированы	Умения в основном сформированы
ОПК-1.3. Решает актуальные задачи	Владеть навыками анализа исследуемой предметной	Владение навыками не сформировано	Владение навыками в основном сформировано

фундаментальной и прикладной математики	области, анализа динамических моделей и систем.		
-----------------------------------------	-------------------------------------------------	--	--

Код и формулировка компетенции: Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач (ОПК-2);

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения (Зачет)	
		Незачтено	Зачтено
ОПК-2.1. Использует результаты прикладной математики для освоения, адаптации новых методов решения задач в области своих профессиональных интересов.	Знать методы решения модельных задач из области нелинейных процессов и систем.	Знания не сформированы	Знания полностью сформированы
ОПК-2.2. Реализует и совершенствует новые методы, решения прикладных задач в области профессиональной деятельности.	Уметь применять математические методы при решении прикладных задач; определять и адаптировать математические методы необходимые для решения задач, описываемых нелинейными системами.	Умения не сформированы	Умения в основном сформированы
ОПК-2.3. Проводит качественный и количественный анализ	Владеть навыками совершенствования и реализации новых	Владение навыками не сформировано	Владение навыками в основном сформировано

полученного решения с целью построения оптимального варианта.	математических методов решения прикладных задач в области нелинейных систем.		
---------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------	--	--

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины. Баллы, выставляемые за конкретные виды деятельности представлены ниже.

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
ОПК-1.1. Анализирует проблемы в области фундаментальной и прикладной математики	Знать предметную область приложения фундаментальной и прикладной математики; методы анализа динамических моделей и систем, свойства и особенности критических точек динамических систем	Тестирование
ОПК-1.2. Формулирует задачи исследования.	Уметь применять математические методы при моделировании процессов реального мира с помощью математических, компьютерных и динамических моделей	Тестирование, Лабораторная работа
ОПК-1.3. Решает актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики	Владеть навыками анализа исследуемой предметной области, анализа динамических моделей и систем.	Лабораторная работа
ОПК-2.1. Использует результаты прикладной математики для освоения, адаптации новых методов решения задач в области своих профессиональных интересов.	Знать методы решения модельных задач из области нелинейных процессов и систем.	Тестирование
ОПК-2.2. Реализует и совершенствует новые методы, решения прикладных задач в области профессиональной	Уметь применять математические методы при решении прикладных задач; определять и адаптировать	Тестирование, Лабораторная работа

деятельности.	математические методы необходимые для решения задач, описываемых нелинейными системами.	
ОПК-2.3. Проводит качественный и количественный анализ полученного решения с целью построения оптимального варианта.	Владеть навыками совершенствования и реализации новых математических методов решения прикладных задач в области нелинейных систем.	Лабораторная работа

Критериями оценивания при модульно-рейтинговой системе являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины для зачета: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

для зачета:

зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),
не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов.

Тестовые задания

Описание тестовых заданий: тестовые задания включают тесты закрытого типа (с одним правильным ответом), тесты на установлении последовательности и на установление соответствия. Оценка за выполнение тестовых заданий выставляется на основании процента заданий, выполненных студентами в процессе прохождения промежуточного и рубежного контроля знаний

Тест по дисциплине
«Нелинейные системы»

Структура теста:

- Тест 1. Основные понятия и определения теории систем, динамических систем.
- Тест 2. Основные понятия и определения колебательных систем и их свойств.
- Тест 3. Вопросы анализа устойчивости динамических систем.
- Тест 4. Свойства детерминированных систем.

Максимальный балл для каждого теста составляет 5 баллов.

Тест 1. Основные понятия и определения теории систем, динамических систем.

I: Вопрос 1.

S: Совокупность всех объектов, изменение свойств которых влияет на системы, а также тех объектов, чьи свойства меняются в результате поведения системы, это:

* элементы системы;

* среда;

* подсистема;

* компоненты.

I: Вопрос 2.

S: Простейшая, неделимая часть системы, определяемая в зависимости от цели построения и анализа системы:

* компонент;

* наблюдатель;

* элемент;

* объект.

I: Вопрос 3.

S: Какая часть системы обладает свойством неделимости и определяется в зависимости от цели построения и анализа системы:

* элемент;

* среда;

* подсистема;

* компоненты.

I: Вопрос 4.

S: Компонент системы- это:

* часть системы, обладающая свойствами системы и имеющая собственную подцель;

* предел членения системы с точки зрения аспекта рассмотрения;

* средство достижения цели;

* совокупность однородных элементов системы.

I: Вопрос 5.

S: Часть системы, состоящая из однородных элементов, называется:

* элементом системы;

* средой;

* подсистемой;

* компонентом системы.

I: Вопрос 6.

S: Ограничение системы свободы элементов определяют понятием

* критерий;

* цель;

* связь;

* страта.

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения тестовых заданий

Описание методики оценивания выполнения тестовых заданий: оценка за выполнение тестовых заданий ставится на основании подсчета процента правильно выполненных тестовых заданий.

Критерии оценки (в баллах):

- **9-10** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 81 – 100 %;

- **7-8** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 61 – 80 %;

- **4-6** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 41 – 60 %;

- **до 4** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 40 %;

Лабораторная работа

Задание:

1. Выписать математическую модель, определить состав набора входных параметров и их конкретные числовые значения.
2. Если моделирование будет производиться в безразмерных переменных (решение — на усмотрение студента и преподавателя), то произвести обезразмеривание и найти набор значений безразмерных параметров.
3. Выбрать метод интегрирования системы дифференциальных уравнений модели, найти в библиотеке стандартных программ или разработать самостоятельно программу интегрирования с заданной точностью.
4. Выполнить конкретное задание из своего варианта работы.

5. Качественно проанализировать результаты моделирования.

Варианты

Вариант 1.

Установить зависимость периода колебаний маятника T от начальной амплитуды в диапазоне амплитуд $q_0 \in [0, p]$. и его отклонение от периода малых колебаний T_0 .

Вариант 2.

Установить зависимость периода колебаний маятника T от длины нити подвеса при амплитуде колебаний равной $p/2$.

Вариант 3.

Ограничиваясь тремя членами ряда Фурье, исследовать зависимость амплитуд гармоник a_1 , a_2 и a_3 от начальной амплитуды колебаний.

Вариант 4.

Ограничиваясь тремя членами ряда Фурье, исследовать зависимость амплитуд гармоник a_1 , a_2 и a_3 от длины нити подвеса при амплитуде колебаний равной $p/2$.

Вариант 5.

Заменить в (7.19) $\sin(q_i)$ на q_i и изучить, как трение влияет на малые колебания математического маятника. Фиксировать параметр l и найти то критическое значение коэффициента трения h^* , при котором движение перестает быть колебательным и становится монотонно затухающим (апериодический режим).

Вариант 6.

В условиях предыдущей задачи построить зависимость h^* от l при фиксированном значении h^* .

Вариант 7.

Изучить, как значение начальной амплитуды не малых колебаний математического маятника с трением сказывается на переходе режима затухающих колебаний в режим затухания без колебаний.

Вариант 8.

Построить зависимость амплитуды малых колебаний без трения от частоты вынуждающей силы l при приближении ее к частоте собственных колебаний ω_0 .

Вариант 9.

Построить зависимость амплитуды не малых колебаний маятника без трения от частоты вынуждающей силы l при приближении ее к частоте собственных колебаний ω_0 .

Вариант 10.

Построить зависимость амплитуды не малых колебаний маятника без трения от амплитуды вынуждающей силы при ее частоте приблизительно равной половине частоты собственных колебаний маятника.

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения лабораторных работ

Описание методики оценивания выполнения лабораторной работы: оценка (баллы) за выполнение лабораторной работы ставится на основе оценивания трудоемкости выполняемых действий, оценки достижения поставленной цели и правильности выполнения отдельных пунктов (шагов) лабораторной работы. Оцениваемые пункты (шаги, виды деятельности) при выполнении лабораторной работы определяются в соответствии с формой отчета по лабораторной работе. Оценка (баллы) за лабораторную работу складывается как сумма оценок (баллов) по каждому виду деятельности.

Суммарная оценка (балл) выполнения лабораторных работ складывается из суммы оценок (баллов) по каждой лабораторной работе.

Форма отчёта:

1. Постановка задач. Краткая теория (метод решения). Геометрическая интерпретация.
2. Алгоритм решения поставленной задачи. (Блок-схема).
3. Текст программы.

4. Тестовый пример.
5. Численный расчёт по данным исходной задачи с оценкой погрешности результата.
Протокол работы программы.
6. Анализ полученного результата.

Пояснения к отдельным пунктам отчета.

Постановка задачи включает краткую математическую формулировку задачи с пояснением отдельных моментов, а также необходимые графики и/или рисунки. Должны быть приведены основные моменты применяемых методов.

Алгоритм решения задачи может быть оформлен или в виде блок-схемы, или в словесной форме. Допускается описание алгоритма осмысленными частями (блоками).

Текст программы численного решения задачи должен быть написан на предлагаемом языке программирования, который может быть изменен по согласованию с преподавателем данного курса (например, это может быть команды или операции пакета прикладных программ).

Под тестовым примером или тестом понимается задача (аналогичная по постановке искомой задаче) у которой известно точное решение, что позволяет сравнить численные результаты (приближенное и точное решения) и оценить допускаемую погрешность. По результатам тестирования должен быть сделан вывод.

Протокол работы программы должен включать результаты как по тестовому примеру, так и численного расчета искомой задачи. Результаты численных расчетов должны быть оформлены по всем правилам записи приближенных чисел, т.е. запись приближенного решения только с верными значащими цифрами и допускаемой погрешностью.

Анализ численных результатов должен дать ответ на вопрос, соответствуют ли полученные результаты искомому решению поставленной задачи и почему.

Например. Общая трудоемкость лабораторной работы оценивается в 15 баллов, которая складывается из оценок по видам деятельности

1. Постановка задач. Краткая теория (метод решения). Геометрическая интерпретация. (3 балла)
2. Алгоритм решения поставленной задачи. (Блок-схема). (2 балла)
3. Текст программы. (2 балла)
4. Тестовый пример. (3 балла)
5. Численный расчёт по данным исходной задачи с оценкой погрешности результата.
Протокол работы программы. (3 балла)
6. Анализ полученного результата. (2 балла)

Если лабораторных работ всего пять с оценками: 15, 12, 12, 10, 11, то всего баллов по лабораторным работам составляет: 60.

Зачет

Зачет является оценочным средством для всех этапов освоения компетенций.

Примерные вопросы к зачету, 1 курс / 1 семестр

1. Предмет и история развития понятия динамических систем.
2. Математическая модель динамических систем.
3. Колебательные системы и их свойства.
4. Фазовые портреты типовых колебательных систем.
5. Автоколебательные системы.
6. Сценарий перехода от порядка к хаосу в динамической системе Ферхюльста.
7. Логистические отображения.
8. Особенности разностных динамических систем.
9. Линейный анализ устойчивости.
10. Бифуркации динамических систем.

11. Возникновение и развитие понятия динамической системы внутри теории обыкновенных дифференциальных уравнений.
12. Лапласовский детерминизм и начальная задача Коши.
13. Теория динамических систем в работах Пуанкаре и Биркгофа.
14. Квантование непрерывных систем.
15. неподвижные точки нелинейных отображений.
16. Периодические неподвижные точки. Циклы.
17. Фазовые портреты динамических систем.
18. Зависимость решений от параметров.
19. Основные типы бифуркаций для дискретных систем.
20. Простые и сложные особые точки векторных полей на плоскости.
21. Траектории в окрестности сложной особой точки.
22. Проблема различения центра и фокуса.
23. Индекс Пуанкаре особой точки.
24. Мягкие и жесткие бифуркации. Катастрофы.
25. Детерминированность. Хаос.
26. Устойчивость и неустойчивость.
27. Нелинейность. Неустойчивость и нелинейное ограничение.
28. Детерминированный хаос.
29. Вероятностные свойства детерминированных систем.
30. Детерминированный хаос - как свойство материального мира.
31. Странные аттракторы.

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания зачета

Зачет выставляется по рейтингу, в зависимости от эффективности работы в процессе изучения дисциплины, что определяется количеством набранных баллов за все виды заданий текущего и рубежного контроля: зачтено – от 60 до 110 баллов; не зачтено – от 0 до 59 баллов.

1.3. Рейтинг-план дисциплины

Таблица перевода баллов текущего контроля в баллы рейтинга

	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	5	3	2	2	1	1	1	1	1	1
2		5	4	3	2	2	2	2	2	1
3			5	4	3	3	3	2	2	2
4				5	4	4	3	3	3	2
5					5	5	4	4	3	3
6						5	5	4	4	3
7							5	5	4	4
8								5	5	4
9									5	5
10										5

Рейтинг-план дисциплины представлен в Приложении 1.

2. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература

1. . Математическое моделирование нелинейных процессов : учеб. пособ. для студ. acad. бакалавр., обуч. по естественнонаучным напр. / А. И. Лобанов, И. Б. Петров .— Москва : Юрайт, 2019 .— 255 с. — (Бакалавр. Академический курс) .— Книга доступна в электронной библиотечной системе biblio-online.ru .— Библиогр.: с. 239 .— Прил.: с. 241 .— ISBN 978-5-9916-8897-0 : 658 р. 17 к.
2. Коробова, Л.А. Теория динамических систем (теория и практика) : учебное пособие / Л.А. Коробова, Ю.А. Сафонова ; науч. ред. Л.А. Коробова ; Министерство образования и науки РФ, Воронежский государственный университет инженерных технологий. - Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2017. - 100 с. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=482071>
3. Моршнева, И.В. Бифуркация рождения цикла в динамических системах с симметрией и ее приложения в гидродинамике : монография / И.В. Моршнева ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет», Факультет математики, механики и компьютерных наук. - Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета, 2010. - 140 с. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=241136>

Дополнительная литература

1. Борисов, В.Г. Прикладные задачи теории обыкновенных дифференциальных уравнений. Механическое движение : учебное пособие / В.Г. Борисов. - Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2015. - 130 с. .: - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481485> В ЭЛЕКТРОННОЙ ФОРМЕ
2. . Численные методы : учеб. пособ. для студ. физ.-мат. спец. вузов / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков ; Московский гос. ун-т им. М. В. Ломоносова .— 7-е изд. — Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2019 .— 636 с. — (Классический университетский учебник) .— Посвящ. 250-летию Московского университета .— Библиогр.: с. 624 .— Предм. указ. : с. 629 .— ISBN 978-5-9963-0449-3 : 484 р. 00 к.
3. . Численные методы в задачах и упражнениях : учеб. пособ. для студ. вузов, обуч. по спец. ВПО 010101 "Математика" и 010901 "Механика" / Н. С. Бахвалов, А. В. Лапин, Е. В. Чижонков .— 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2019 .— 240 с. — Библиогр.: с. 235 .— Предм. указ.: с. 236 .— ISBN 978-5-9963-0333-5 : 338 р. 80 к.

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/>.
2. Электронная библиотечная система «Лань» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/>.
3. Университетская библиотека онлайн biblioclub.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/>.
4. Электронная библиотека УУНиТ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elib.bashedu.ru/>.
5. Российская государственная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.rsl.ru/>.
6. Национальная электронная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://xn--90ax2c.xn--p1ai/viewers/>.
7. Национальная платформа открытого образования proed.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://npoed.ru/>.
8. Электронное образование Республики Башкортостан [Электронный ресурс]. – Режим

- доступа: <https://edu.bashkortostan.ru/>.
9. Информационно-правовой портал Гарант.ру [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.garant.ru/>.

Перечень рекомендуемых ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», находящихся в свободном доступе

1. <http://www.techlibrary.ru/> В ЭЛЕКТРОННОЙ ФОРМЕ
2. <http://nehudlit.ru/>

Программное обеспечение

1. Windows - Договор №0301100003620000022 от 29.06.2020, Договор № 2159- ПО/2021 от 15.06.2021, Договор №32110448500 от 30.07.2021
2. Браузер Google Chrome - Бесплатная лицензия https://www.google.com/intl/ru_ALL/chrome/privacy/eula_text.html
3. Среда моделирования Aris Express - Бесплатная лицензия <https://www.ariscommunity.com/aris-express/how-to-start>
4. Office Professional Plus - Договор №0301100003620000022 от 29.06.2020, Договор № 2159- ПО/2021 от 15.06.2021, Договор №32110448500 от 30.07.2021
5. Математический пакет Scilab - Бесплатная лицензия <https://www.scilab.org/about/scilab-open-source-software>
6. Pascalabc, PascalABC.NET - Бесплатная лицензия <https://pascal-abc.ru>, <http://pascalabc.net>
7. Математический пакет Maxima - Бесплатная лицензия <http://maxima.sourceforge.net/ru/index.html>

6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Аудитория 217(ФМ)	Для хранения оборудования	Учебно-методические пособия, учебная мебель.
Аудитория 302(ФМ)	Лекционная, Семинарская, Для консультаций, Для контроля и аттестации	Учебная мебель, интерактивная доска smart, проектор viewsonic , системный блок , система акустическая jbl contro123. Программное обеспечение 1. Windows 2. Браузер Google Chrome 3. Office Professional Plus
Аудитория 311(ФМ)	Лекционная, Семинарская, Для консультаций, Для контроля и аттестации	Экран настенный dinon manual 160x160 mw, учебная мебель, компьютеры в сборе, мультимедийный проектор vivitek d862, доска маркерная. Программное обеспечение 1. Среда моделирования

		<p>Aris Express</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Математический пакет Scalib 3. Pascalabc, PascalABC.NET 4. Математический пакет Maxima 5. Office Professional Plus
Аудитория 420(ФМ)	Для самостоятельной работы	<p>Компьютеры в сборе, учебно-методические пособия, учебно-наглядные материалы, учебная мебель.</p> <p>Программное обеспечение</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Office Professional Plus 2. Windows 3. Браузер Google Chrome
Читальный зал(ФМ)	Для самостоятельной работы	<p>Компьютеры в сборе, учебная мебель на 100 посадочных мест, учебно-методические материалы.</p> <p>Программное обеспечение</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Office Professional Plus 2. Windows