

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Меркулов Евгений Сергеевич Должность: И.о. зав. кафедр Дата подписания: 16.03.2021 05:51:28 Уникальный программный ключ: 39428e82d614a3cd984f917b018f0fd2c07182daabc77db685db2d16370f6e7c	ОП ВО Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.01 Нелинейные математические модели для направления подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, профиль «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	СМК-РПД-В1.П2-2020
---	---	--------------------

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Камчатский государственный университет имени Витуса Беринга»

Рассмотрено и утверждено на заседании кафедры
математики и физики

«10» марта 2020 г., протокол № 9

И.о. зав. кафедрой  И.А. Кашутина

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.01.01 НЕЛИНЕЙНЫЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ

Направление подготовки: 02.06.01 Компьютерные и информационные науки

Профиль подготовки: Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Квалификация выпускника: Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения: очная

Курс 1 Семестр 1-2


Зачет: 2 семестр.

Петропавловск-Камчатский 2020 г.

ОП ВО	СМК-РПД-В1.П2-2020
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.01 Нелинейные математические модели для направления подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, профиль «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «30» июля 2014 года № 864.

Разработчик:

Профессор кафедры математики и физики  Р.И. Паровик

ОП ВО	СМК-РПД-В1.П2-2020
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.01 Нелинейные математические модели для направления подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, профиль «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Цели и задачи освоения дисциплины.....	4
2.	Место дисциплины в структуре ОП ВО.....	4
3.	Планируемые результаты обучения по дисциплине.....	4
4.	Содержание дисциплины.....	5
5.	Тематическое планирование.....	6
6.	Самостоятельная работа.....	8
7.	Перечень вопросов к зачету.....	11
8.	Учебно-методическое и информационное обеспечение.....	11
9.	Формы и критерии оценивания учебной деятельности студента.....	14
10.	Материально-техническая база.....	16

ОП ВО	СМК-РПД-В1.П2-2020
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.01 Нелинейные математические модели для направления подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, профиль «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование компетенций об основных понятиях нелинейных математических моделей, их качественного и количественного описания.

Для усвоения дисциплины «Нелинейные математические модели» обучаемый должен обладать базовой естественнонаучной подготовкой и навыками специалиста или магистра.

2. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина «Нелинейные математические модели» относится к дисциплинам вариативной части Блока 1 Дисциплины (модули) по выбору 1 (ДВ.1).

Содержание дисциплины «Нелинейные математические модели» опирается на содержание дисциплин: «История и философия науки» (Б1.Б.01).

Содержание дисциплины «Нелинейные математические модели» выступает опорой для освоения содержания следующих дисциплин: «Жесткие системы дифференциальных уравнений» (Б1.В.ДВ.02.01), «Математические модели и методы в гидродинамике» (Б1.В.ДВ.02.02); для прохождения научно-исследовательской практической подготовки; для выполнения научно-квалификационной работы (диссертации).

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки:

Код компетенции	Компетенция	Универсальные дескрипторы сформированности компетенции	
ПК-2	Способность разработки новых математических моделей объектов и явлений	знать:	основные принципы разработки математических моделей, объектов и явлений, учитывающих их свойства; примерную классификацию математических моделей, различных объектов и явлений
		уметь:	формулировать поставленные задачи для описания свойств объектов и явлений в рамках теории математического моделирования, определять методы решения поставленных задач, проводить визуализацию результатов моделирования с помощью ЭВМ
		владеть:	методами математического моделирования и численного анализа для решения поставленных задач, описывающих важные

ОП ВО	СМК-РПД-В1.П2-2020
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.01 Нелинейные математические модели для направления подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, профиль «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	

			свойства объектов и явлений
--	--	--	-----------------------------

4. Содержание дисциплины

Динамическая система и ее состояние. Моделирование динамической системы. Гармонические колебания. Движение в поле потенциальных сил. Нелинейный осциллятор. Маятник с затуханием. Консервативные и диссипативные системы. Нелинейный осциллятор Ван дер Поля. Дискретные модели. Разностные эволюционные уравнения. Отображение Пуанкаре. Решение эволюционных дифференциальных уравнений. Область определения фазовых траекторий. Типы траекторий автономных динамических систем. Предельные точки и предельные множества. Топологическая эквивалентность. Исследование качественного поведения систем. Классификация особых точек. Типичные бифуркации нелинейных систем. Бифуркация рождения предельного цикла. Гамильтоновы системы. Движение в центральном поле. Циклические координаты. Законы сохранения и инвариантность гамильтониана. Особенности фазовых портретов. Инвариантные торы в негамильтоновых системах. Хаотические колебания. Аттрактор Лоренца. Анализ системы Лоренца. Реакция Белоусова-Жаботинского. Хаос и сечение Пуанкаре. Характерные признаки хаоса. Дискретные отображения. Сдвиг Бернулли. Математические характеристики хаоса. Хаотическая диффузия. Сценарий перехода к хаосу. Переход к хаосу через удвоение периода. Переход к хаосу через перемежаемость. Странные аттракторы. Фрактальные свойства странного аттрактора. Эргодичность и перемешивание. Среднее по времени и среднее по ансамблю. Эргодические системы. Диссипативные перемешивающие системы.

Определения фрактала. Кривая Коха. Ковер Серпинского. Фрактальность пространственных форм. Динамические фракталы. Фрактал как самоподобный объект. Размерность Хаусдорфа-Безиковича. Фракталы как модели физических систем.

Уравнение линейных колебаний маятника. Изучение линейной динамической системы с трением - колебания линейного маятника. Уравнения колебаний в виде системы 2х дифференциальных уравнений. Построение фазовых траекторий. Нелинейный осциллятор. Запись уравнения колебаний в виде системы 2х дифференциальных уравнений. Фазовые траектории. Построение сепаратрисы. Аттрактор Лоренца. Динамическая система Лоренца. Вывод системы Лоренца. Численная схема построения аттрактора Лоренца. Построение бифуркационной диаграммы для логистического уравнения. Исследование логистического уравнения. Построение фазовых траекторий логистического уравнения. Построение бифуркационной диаграммы для логистического уравнения. Вычисление фрактальной размерности. Вычислить фрактальную размерность странного аттрактора Лоренца. Схема расчета фрактальной размерности. Построение алгоритма вычисления фрактальной размерности с помощью корреляционного интеграла. Реализация алгоритма в программе для ЭВМ. Система уравнений динамической системы в переменных «действие-угол». Приведение гамильтоновой системы второго порядка в переменные «действие-угол». Гамильтонова система второго порядка. Приведение системы к переменным «действие-угол». Фракталы. Ковер Серпинского. Кривая Коха. Вычисления фрактальной размерности Хаусдорфа-Безиковича для фрактальных множеств: ковер Серпинского, кривая Коха. Понятие фрактальной размерности. Вычисления размерности кривой Коха. Вычисления размерности ковра Серпинского.

ОП ВО	СМК-РПД-В1.П2-2020
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.01 Нелинейные математические модели для направления подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, профиль «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	

5. Тематическое планирование

Модули дисциплины

№	Наименование модуля	Лекции	Практические занятия	Сам. работа	Контроль	Всего, часов
1	Нелинейные математические модели	16	16	183	1	216
Всего		16	16	183	1	216

Тематический план Модуль 1

№ темы	Тема	Кол-во часов	Компетенции по теме
	Лекции	16	
1	Математические модели нелинейных динамических систем. Гамильтоновы системы	2	ПК-2
2	Диссипативные динамические системы. Поведение динамических систем	2	ПК-2
3	Диссипативные динамические системы. Поведение динамических систем. Классификация особых точек. Типы бифуркаций в нелинейных системах. Хаос в динамических системах. Система Лоренца. Дискретные динамические системы	2	ПК-2
4	Логистическое уравнение. Сценарии перехода к хаотическому движению. Странные аттракторы	2	ПК-2
5	Эргодичность и перемешивание в динамических системах	2	ПК-2
6	Фракталы в динамических системах. Фрактал – самоподобный объект	2	ПК-2
7	Сложная упорядоченность в пространственно-неоднородных системах	2	ПК-2
8	Свойство и тест Пенлеве нелинейных дифференциальных уравнений	2	ПК-2
	Практические занятия	16	
1	Уравнение линейных колебаний. Нелинейный осциллятор	2	ПК-2
2	Аттрактор Лоренца	2	ПК-2
3	Построение бифуркационной диаграммы для логистического уравнения	2	ПК-2
4	Вычисление фрактальной размерности	2	ПК-2

ОП ВО	СМК-РПД-В1.П2-2020
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.01 Нелинейные математические модели для направления подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, профиль «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	

5	Система уравнений динамической системы в переменных «действие-угол». Фракталы	2	ПК-2
6	Ковер Серпинского. Кривая Коха	2	ПК-2
7	Численные методы исследования динамических систем	2	ПК-2
8	Спектр ляпуновских характеристических показателей. Отображение Пуанкаре	2	ПК-2
	Самостоятельная работа	183	
1	Построение аттрактора Хеннона	11	ПК-2
2	Построение фазовой траектории нелинейного маятника	11	ПК-2
3	Вычислить фрактальную размерность кривой Коха	11	ПК-2
4	Построение аттрактора Лоренца	10	ПК-2
5	Вычислить фрактальную размерность множества Кантора	10	ПК-2
6	Странный аттрактор системы Лоренца	10	ПК-2
7	Топологическая эквивалентность динамических систем	10	ПК-2
8	Классификация особых точек. Поведение вблизи особых точек	10	ПК-2
9	Устойчивость особых точек. Устойчивость по Ляпунову	10	ПК-2
10	Орбитальная устойчивость. Устойчивость периодических решений	10	ПК-2
11	Бифуркации нелинейных динамических систем	10	ПК-2
12	Бифуркация смены устойчивости	10	ПК-2
13	Бифуркация "седло-узел". Складка. Сборка	10	ПК-2
14	Бифуркация удвоения периода	10	ПК-2
15	Детерминированный хаос. Система Лоренца	10	ПК-2
16	Движение в центральном поле. Циклические координаты	10	ПК-2
17	Законы сохранения и инвариантность гамильтониана. Фазовые портреты гамильтоновых систем	10	ПК-2
18	Вполне интегрируемые системы. Скобки Пуассона. Условно периодическое движение	10	ПК-2

ОП ВО	СМК-РПД-В1.П2-2020
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.01 Нелинейные математические модели для направления подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, профиль «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	

6. Самостоятельная работа

Самостоятельная работа включает две составные части: аудиторная самостоятельная работа и внеаудиторная.

Самостоятельная аудиторная работа включает выступление по вопросам практических занятий, выполнение практических заданий.

Внеаудиторная самостоятельная работа аспирантов заключается в следующих формах:

- проработка (изучение) материалов лекций;
- чтение и проработка рекомендованной основной и дополнительной литературы;
- поиск и проработка материалов из ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», периодической печати;
- выполнение домашних заданий в форме докладов;
- подготовка к текущему и итоговому (промежуточная аттестация) контролю знаний по дисциплине.

6.1. Планы практических занятий

Практическое занятие № 1.

Уравнение линейных колебаний. Нелинейный осциллятор.

План.

1. Нелинейный осциллятор как обобщенная модель теории колебаний.
2. Механический осциллятор: частица в потенциальной яме.
3. Фазовая плоскость.
4. Период колебаний нелинейного осциллятора.
5. Динамическая система общего вида на фазовой плоскости. Особые точки и их классификация.
6. Численное решение дифференциальных уравнений.

Практическое занятие № 2.

Аттрактор Лоренца.

План.

1. Схема параметрического генератора и основные уравнения.
2. Основные уравнения параметрического генератора.
3. Уравнения для медленных амплитуд.
4. Случай точного параметрического резонанса: аттрактор типа Лоренца.
5. Хаотическая и регулярная динамика параметрического генератора при наличии отстройки частот.

Практическое занятие № 3.

Построение бифуркационной диаграммы для логистического уравнения.

План.

1. Автономные динамические системы первого порядка с параметрами.
2. Бифуркации и бифуркационные кривые.

ОП ВО	СМК-РПД-В1.П2-2020
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.01 Нелинейные математические модели для направления подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, профиль «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	

3. Построение фазовых портретов систем с параметром. Бифуркационные значения параметра.
4. Бифуркационная диаграмма.
5. Бифуркационные границы при наличии нескольких параметров.

Практическое занятие № 4.
Вычисление фрактальной размерности.

План.

1. Скейлинг или масштабная инвариантность.
2. Топологическая и фрактальная размерности.
3. Самоподобие.
4. Самоафинность.
5. Фрактальный метод нормированного размаха Херста (R/S-анализ).
6. Алгоритм Хигучи.
7. Алгоритм Грасберга – Прокаччия.

Практическое занятие № 5.

Система уравнений динамической системы в переменных «действие-угол». Фракталы.

План.

1. Фазовые траектории, неподвижные точки и сепаратрисы.
2. Переменные действие–угол.
3. Частоты периодических движений системы.
4. Пример условно-периодического движения: пространственный осциллятор.

Практическое занятие № 6.
Ковер Серпинского. Кривая Коха.

План.

1. Канторово множество.
2. Снежинка Кох.
3. Салфетка и ковер Серпинского.
4. Свойство самоподобия фракталов.
5. Фракталы на комплексной плоскости.

Практическое занятие № 7.

Численные методы исследования динамических систем.

План.

1. Моделирование колебаний гармонического осциллятора.
2. Моделирование колебаний линейного математического маятника.
3. Моделирование колебаний в RLC-контуре.

ОП ВО	СМК-РПД-В1.П2-2020
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.01 Нелинейные математические модели для направления подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, профиль «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	

Практическое занятие № 8.

Спектр ляпуновских характеристических показателей. Отображение Пуанкаре.

План.

1. Системы с непрерывным временем.
2. Системы с дискретным временем.
3. Ляпуновские показатели состояния равновесия.
4. Ляпуновские числа неподвижной точки.
5. Подпространство возмущений.
6. Ляпуновские показатели нехаотических предельных множеств.
7. Ляпуновские показатели хаотических аттракторов.

6.2 Внеаудиторная самостоятельная работа

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Вид СР	Трудовые часы
1.	Нелинейные математические модели	Построение аттрактора Хеннона	– изучение литературы; осмысление изучаемой литературы; – работа в информационно-справочных системах; – аналитическая обработка текста (конспектирование, реферирование); – составление плана и тезисов ответа в процессе подготовки к занятию; – решение задач; – подготовка сообщений по вопросам семинарских занятий	11
		Построение фазовой траектории нелинейного маятника		11
		Вычислить фрактальную размерность кривой Коха		11
		Построение аттрактора Лоренца		10
		Вычислить фрактальную размерность множества Кантора		10
		Странный аттрактор системы Лоренца		10
		Топологическая эквивалентность динамических систем		10
		Классификация особых точек. Поведение вблизи особых точек		10
		Устойчивость особых точек. Устойчивость по Ляпунову		10
		Орбитальная устойчивость. Устойчивость периодических решений		10
		Бифуркации нелинейных динамических систем		10
		Бифуркация смены устойчивости		10
		Бифуркация "седло-узел". Складка. Сборка		10
		Бифуркация удвоения периода		10
		Детерминированный хаос. Система Лоренца		10
Движение в центральном поле. Циклические координаты	10			

ОП ВО	СМК-РПД-В1.П2-2020
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.01 Нелинейные математические модели для направления подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, профиль «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	

	Законы сохранения и инвариантность гамильтониана. Фазовые портреты гамильтоновых систем	10
	Вполне интегрируемые системы. Скобки Пуассона. Условно периодическое движение	10

7. Перечень вопросов к зачету

1. Динамические системы. Моделирование динамических систем.
2. Движение в поле потенциальных сил. Нелинейный осциллятор.
3. Нелинейный осциллятор Ван дер Поля.
4. Странный аттрактор системы Лоренца.
5. Топологическая эквивалентность динамических систем.
6. Классификация особых точек. Поведение вблизи особых точек.
7. Устойчивость особых точек.
8. Устойчивость по Ляпунову.
9. Орбитальная устойчивость.
10. Устойчивость периодических решений.
11. Бифуркации нелинейных динамических систем.
12. Бифуркация смены устойчивости.
13. Бифуркация "седло-узел". Складка. Сборка.
14. Бифуркация удвоения периода.
15. Детерминированный хаос.
16. Система Лоренца.
17. Переход к хаосу через удвоение периода.
18. Переход к хаосу через перемежаемость.
19. Эргодические системы.
20. Перемешивающие системы.
21. Странные аттракторы. Фрактальные свойства странного аттрактора.
22. Фракталы. Примеры фрактальных множеств.
23. Фрактал как самоподобный объект.
24. Движение в центральном поле. Циклические координаты.
25. Законы сохранения и инвариантность гамильтониана.
26. Фазовые портреты гамильтоновых систем.
27. Вполне интегрируемые системы.
28. Скобки Пуассона.
29. Условно периодическое движение.
30. Резонансные и нерезонансные торы в фазовом пространстве.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение

8.1. Основная учебная литература:

1. Паровик, Р. И. Хаотические и регулярные режимы дробных осцилляторов – Петропавловск-Камчатский: издательство: Камчатпресс, 2019. – 132 с.

ОП ВО	СМК-РПД-В1.П2-2020
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.01 Нелинейные математические модели для направления подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, профиль «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	

2. Паровик, Р. И. Математическое моделирование нелинейных эрдитарных осцилляторов : – Петропавловск-Камчатский : КамГУ им. Витуса Беринга, 2017. – 132 с.
3. Паровик, Р. И. Математическое моделирование линейных эрдитарных осцилляторов – Петропавловск-Камчатский : КамГУ им. Витуса Беринга, 2015. – 175 с.
4. Лобанов, А. И. Математическое моделирование нелинейных процессов : учебник для вузов / А. И. Лобанов, И. Б. Петров. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 255 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8897-0. — URL : <https://urait.ru/bcode/452200>
5. Зализняк, В. Е. Введение в математическое моделирование : учебное пособие для вузов / В. Е. Зализняк, О. А. Золотов. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 133 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12249-7. — URL : <https://urait.ru/bcode/447100>
6. Рейзлин, В. И. Математическое моделирование : учебное пособие для вузов / В. И. Рейзлин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 126 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08475-7. — URL : <https://urait.ru/bcode/451402>

8.2. Дополнительная учебная литература:

1. Теория вероятностей и математическая статистика. Математические модели : учебник для вузов / В. Д. Мятлев, Л. А. Панченко, Г. Ю. Ризниченко, А. Т. Терехин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 321 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01698-7. — URL : <https://urait.ru/bcode/451559>
2. Моделирование систем и процессов. Практикум : учебное пособие для вузов / В. Н. Волкова [и др.] ; под редакцией В. Н. Волковой. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 295 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01442-6. — URL : <https://urait.ru/bcode/451288>
3. Моделирование систем и процессов : учебник для вузов / В. Н. Волкова [и др.] ; под редакцией В. Н. Волковой, В. Н. Козлова. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 450 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-7322-8. — URL : <https://urait.ru/bcode/450218>
4. Дреус, Ю. Г. Имитационное моделирование : учебное пособие для вузов / Ю. Г. Дреус, В. В. Золотарёв. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 142 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11385-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/456381>
5. Орел, Е. Н. Непрерывные математические модели : учебное пособие для вузов / Е. Н. Орел, О. Е. Орел. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 120 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08079-7. — URL : <https://urait.ru/bcode/455111>
6. Стружкин, Н. П. Базы данных: проектирование. Практикум : учебное пособие для вузов / Н. П. Стружкин, В. В. Годин. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 291 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00739-8. — URL : <https://urait.ru/bcode/451246>

ОП ВО	СМК-РПД-В1.П2-2020
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.01 Нелинейные математические модели для направления подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, профиль «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	

7. *Гостев, И. М.* Операционные системы : учебник и практикум для вузов / И. М. Гостев. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 164 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04520-8. — URL : <https://urait.ru/bcode/451231>
8. *Емельянов, В. Н.* Численные методы: введение в теорию разностных схем : учебное пособие для вузов / В. Н. Емельянов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 188 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06617-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/453264>
9. *Мойзес, О. Е.* Информатика. Углубленный курс : учебное пособие для вузов / О. Е. Мойзес, Е. А. Кузьменко. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 157 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-7051-7. — URL : <https://urait.ru/bcode/451401>

8.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

Название электронного ресурса	Описание электронного ресурса	Используемый для работы адрес
eLibrary – Научная электронная библиотека	Полные тексты журналов более 40 издательств (ИНИОН РАН, Elsevier Science, Academic Press, Kluwer, Springer, Birkhauser Publishing, Blackwell Science, Pergamon и др.)	www.elibrary.ru
ЭБС Юрайт	Ресурс для поиска изданий и доступа к тексту издания в отсутствие традиционной печатной книги. Для удобства навигации по электронной библиотеке издания сгруппированы в каталог по тематическому принципу. Пользователям доступны различные сервисы для отбора изданий и обеспечения с их помощью комфортного учебного процесса. В электронной библиотеке представлены все книги издательства Юрайт. Некоторые издания и дополнительные материалы доступны только в электронной библиотеке	https://urait.ru
ЭБС IPR BOOKS	Важнейший ресурс для получения качественного образования, предоставляющий доступ к учебным и научным изданиям, необходимым для обучения и организации учебного процесса в нашем учебном заведении. Объединяет новейшие информационные технологии и учебную лицензионную литературу, предназначенную для разных направлений обучения, с помощью которого вы сможете получить необходимые знания, подготовиться к семинарам, зачетам и экзаменам, выполнить необходимые работы и проекты	http://www.iprbookshop.ru

8.4. Информационные технологии:

ОП ВО	СМК-РПД-В1.П2-2020
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.01 Нелинейные математические модели для направления подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, профиль «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечной системе и к электронной информационно-образовательной среде организации.

Функционирование электронной информационно-образовательной среды обеспечивается соответствующими средствами информационно-коммуникационных технологий и квалификацией работников, ее использующих и поддерживающих. Функционирование электронной информационно-образовательной среды соответствует законодательству Российской Федерации.

9. Формы и критерии оценивания учебной деятельности аспиранта

На основании разработанной компетентностной модели выпускника образовательные цели представлены в виде набора компетенций как планируемых результатов освоения образовательной программы. Определение уровня достижения планируемых результатов освоения образовательной программы осуществляется посредством оценки уровня сформированности компетенции и оценки уровня успеваемости обучающегося по пятибалльной системе («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», «зачтено», «не зачтено»).

Основными критериями оценки в зависимости от вида работы обучающегося являются: сформированность компетенций (знаний, умений и владений), степень владения профессиональной терминологией, логичность, обоснованность, четкость изложения материала, ориентирование в научной и специальной литературе.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенций и оценки уровня успеваемости обучающегося

Текущий контроль

Уровень сформированности компетенции и	Уровень освоения модулей дисциплины (оценка)	Критерии оценивания отдельных видов работ обучающихся			
		Устный опрос	Эссе	Работа в микрогруппе	Составление презентации
Высокий	зачтено	глубокое знание и понимание теоретического содержания дисциплины; использование новых ресурсов (технологий, средств) в решении профессиональных задач; увеличение доли	глубокое знание и понимание теоретического содержания дисциплины; использование новых ресурсов (технологий, средств) в решении профессиональных задач; увеличение доли	глубокое знание и понимание теоретического содержания дисциплины; использование новых ресурсов (технологий, средств) в решении профессиональных задач;	глубокое знание и понимание теоретического содержания дисциплины; использование новых ресурсов (технологий, средств) в решении профессиональных задач; увеличение доли собственного

ОП ВО	СМК-РПД-В1.П2-2020
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.01 Нелинейные математические модели для направления подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, профиль «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	

		собственного участия в профессиональных практических видах деятельности, не предусмотренных образовательной программой; расширение среды профессиональной деятельности, не предусмотренной образовательной программой; наличие навыков системной оценки качества своей профессиональной деятельности	собственного участия в профессиональных практических видах деятельности, не предусмотренных образовательной программой; расширение среды профессиональной деятельности, не предусмотренной образовательной программой; наличие навыков системной оценки качества своей профессиональной деятельности	увеличение доли собственного участия в профессиональных практических видах деятельности, не предусмотренных образовательной программой; расширение среды профессиональной деятельности, не предусмотренной образовательной программой; наличие навыков системной оценки качества своей профессиональной деятельности	участия в профессиональных практических видах деятельности, не предусмотренных образовательной программой; расширение среды профессиональной деятельности, не предусмотренной образовательной программой; наличие навыков системной оценки качества своей профессиональной деятельности
Компетенции не сформированы	неудовлетворительно	отсутствует понимание теоретического содержания дисциплины, несформированность практических умений при применении	отсутствует понимание теоретического содержания дисциплины, несформированность практических умений при применении	отсутствует понимание теоретического содержания дисциплины, несформированность практических умений	отсутствует понимание теоретического содержания дисциплины, несформированность практических умений при применении

ОП ВО	СМК-РПД-В1.П2-2020
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.01 Нелинейные математические модели для направления подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, профиль «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	

		знаний в конкретных ситуациях, отсутствие мотивационной готовности к самообразованию, саморазвитию	знаний в конкретных ситуациях, отсутствие мотивационной готовности к самообразованию, саморазвитию	при применении знаний в конкретных ситуациях, отсутствие мотивационной готовности к самообразованию, саморазвитию	знаний в конкретных ситуациях, отсутствие мотивационной готовности к самообразованию, саморазвитию
--	--	--	--	---	--

Промежуточная аттестация

Уровень сформированности компетенции	Уровень освоения дисциплины	Критерии оценивания обучающихся
		ЗАЧЕТ
высокий	зачтено	полное знание и понимание теоретического содержания дисциплины; достаточная сформированность практических умений, продемонстрированная в ходе осуществления профессиональной деятельности как в учебной, так и реальной практик; наличие навыков оценивания собственных достижений, определения проблем и потребностей в конкретной области профессиональной деятельности
низкий	не зачтено	отсутствует понимание теоретического содержания дисциплины, несформированность практических умений при применении знаний в конкретных ситуациях, отсутствие мотивационной готовности к самообразованию, саморазвитию

10. Материально-техническая база

Для реализации дисциплины оборудована учебная аудитория, укомплектованная учебной мебелью, мультимедийной техникой (проектор и ноутбук), экраном. Для самостоятельной подготовки аспирантов оборудовано помещение с учебной мебелью, компьютерами и подключением к сети Интернет и eLibrary – Научная электронная библиотека, ЭБС Юрайт, ЭБС IPR BOOKS.