

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Ребковец Ольга Александровна

Должность: И.С.Иванова

Дата подписания: 17.06.2022 05:03:34

Уникальный программный ключ:

e789ec8739030382afc5ebff702978adf1af5cfb

ОПОП

Рабочая программа

дисциплины

«Математическое моделирование динамических систем»

для направления подготовки

01.04.02 Прикладная математика и информатика,

Профиль подготовки

«Математическое моделирование и вычислительные технологии»

СМК-РПД-В1.П2-2022

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  
17.06.2022 г., протокол №9  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ И.А. Кашутина

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (КУРСА, МОДУЛЯ)**

### ***Б1.О.07 «Математическое моделирование динамических систем»***

**Направление подготовки:** 01.04.02 Прикладная математика и информатика

**Профиль подготовки:** «Математическое моделирование и вычислительные технологии»

**Год набора:** 2022

**Квалификация выпускника:** магистр

**Форма обучения:** очная

**Курс 1          Семестр 1, 2**

Зачет: 1 семестр

Курсовая работа: 1 семестр

Экзамен: 2 семестр

Петропавловск-Камчатский, 2022 г.

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2022
Рабочая программа дисциплины Б1.О.07 «Математическое моделирование динамических систем» для направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль подготовки «Математическое моделирование и вычислительные технологии»		

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10.01.2018 № 13.

Разработчик:

Доцент кафедры математики и физики \_\_\_\_\_ Г.М. Водинчар

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2022
Рабочая программа дисциплины Б1.О.07 «Математическое моделирование динамических систем» для направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль подготовки «Математическое моделирование и вычислительные технологии»		

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель 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 .....	5
3 семестр .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
7. Примерная тематика контрольных работ, курсовых работ .....	8
8. Перечень вопросов на зачет, экзамен .....	8
9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины .....	9
10. Формы и критерии оценивания учебной деятельности студента .....	10

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2022
Рабочая программа дисциплины Б1.О.07 «Математическое моделирование динамических систем» для направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль подготовки «Математическое моделирование и вычислительные технологии»		

### 1. Цель и задачи освоения дисциплины

*Целью освоения дисциплины* является обучение студентов теоретическим и практическим основам в области разработки и исследования математических моделей объектов и систем управления, также протекающих в них процессов.

*Задачи освоения дисциплины:* обучить основам применения общих подходов, основных методов математического моделирования объектов и систем управления; типовых методик анализа и моделирования технических объектов, технологических процессов и систем их управления.

### 2. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина «Математическое моделирование динамических систем» относится к блоку Б1 дисциплин обязательной части учебного плана.

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

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

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций
Теоретические и практические основы профессиональной деятельности	Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач (ОПК-2)	<p>ОПК-2.1. Знает основные задачи и области применения методов математического моделирования; особенности объектов моделирования и методики исследования моделей, основные принципы математического моделирования; методы построения и исследования математических моделей, современные тенденции развития, научные и прикладные достижения прикладной математики, профессиональную терминологию.</p> <p>ОПК-2.2. Умеет ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования; выявлять общие закономерности исследуемых объектов, выбирать методы исследования математических моделей; строить и исследовать математические модели; строить математические алгоритмы и реализовывать их с помощью языков программирования, применять методы математического моделирования к решению конкретных задач.</p> <p>ОПК-2.3. Владеет методами исследования математических моделей; навыками применения математического аппарата к исследуемым моделям; навыками применения полученных знаний; навыками построения и реализации ос-</p>

ОПОП	СМК-РПД-В1.П2-2022
Рабочая программа дисциплины Б1.О.07 «Математическое моделирование динамических систем» для направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль подготовки «Математическое моделирование и вычислительные технологии»	

		новых математических алгоритмов, методологией математического моделирования.
	Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности (ОПК-3)	ОПК-3.1. Знает общие положения, связанные с понятием математической модели, основные подходы к построению и анализу математических моделей. ОПК-3.2. Умеет давать содержательную интерпретацию полученных результатов при проведении анализа математических моделей. ОПК-3.3. Владеет Имеет практический опыт исследования математических моделей при решении задач.

#### 4. Содержание дисциплины

Устойчивость линейных систем автоматического управления. Математические модели объектов и систем управления. Оценка качества в установившемся режиме. Типовые схемы автоматического управления исполнительными механизмами.

#### 5. Тематическое планирование

##### 1 семестр

##### Модули дисциплины

№	Наименование модуля	Лекции	Практики/ семинары	Лабораторные	Сам. работа	Всего, часов
1	Математическое моделирование динамических систем	10	12	0	86	108
	Всего	10	12	0	86	108

##### Тематический план

№ темы	Тема	Кол-во часов	Компетенции по теме
	<i>Лекции</i>		
1	Особенности дискретных динамических систем. Современное состояние и перспективы развития теории.	2	ОПК-2, ОПК-3
2	Квантование непрерывных систем, заданных уравнением состояния.	2	ОПК-2, ОПК-3
3	Квантование непрерывных систем, заданных уравнением состояния, методом приближения нулевого порядка.	2	ОПК-2, ОПК-3
4	Линейные дискретные системы.	4	ОПК-2, ОПК-3
	<i>Практические занятия</i>		

ОПОП	СМК-РПД-В1.П2-2022
Рабочая программа дисциплины Б1.О.07 «Математическое моделирование динамических систем» для направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль подготовки «Математическое моделирование и вычислительные технологии»	

1	Общая теория линейных однородных дискретных уравнений высших порядков.	4	ОПК-2, ОПК-3
2	Линейные уравнения высших порядков с постоянными коэффициентами.	4	ОПК-2, ОПК-3
3	Свойства решений линейных систем. Линейные однородные системы с постоянными коэффициентами. Структура фундаментальной матрицы.	4	ОПК-2, ОПК-3
<i>Самостоятельная работа</i>			
1	Детерминированное моделирование.	20	ОПК-2, ОПК-3
2	Информационное моделирование.	15	ОПК-2, ОПК-3
3	Символическое моделирование.	10	ОПК-2, ОПК-3
4	Аналоговое моделирование.	15	ОПК-2, ОПК-3
5	Стохастическое моделирование.	12	ОПК-2, ОПК-3
6	Имитационное моделирование.	14	ОПК-2, ОПК-3

**2 семестр**  
**Модули дисциплины**

№	Наименование модуля	Лекции	Практики/ семинары	Лабораторные	Сам. работа	Всего, часов
1	Математическое моделирование динамических систем	2	6	0	100	108
	Всего	2	6	0	100	108

**Тематический план**

№ темы	Тема	Кол-во часов	Компетенции по теме
<i>Лекции</i>			
1	Нелинейные дискретные уравнения первого порядка.	2	ОПК-2, ОПК-3
<i>Практические занятия</i>			
1	Второй метод Ляпунова. Устойчивость по первому приближению. Устойчивость дискретных полиномов.	2	ОПК-2, ОПК-3
2	Неподвижные точки нелинейных отображений.	2	ОПК-2, ОПК-3
3	Характеристика основных типов положений равновесия на плоскости. Циклы.	2	ОПК-2, ОПК-3
<i>Самостоятельная работа</i>			

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2022
Рабочая программа дисциплины Б1.О.07 «Математическое моделирование динамических систем» для направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль подготовки «Математическое моделирование и вычислительные технологии»		

1	Задачи выбора оптимальных решений при проектировании.	12	ОПК-2, ОПК-3
2	Одно- и многопараметрическая оптимизация.	11	ОПК-2, ОПК-3
3	Решение задач многопараметрической оптимизации.	11	ОПК-2, ОПК-3
4	Линейное программирование.	11	ОПК-2, ОПК-3
5	Геометрическое решение нелинейных дискретных уравнений первого порядка. Лестница Ламерея.	11	ОПК-2, ОПК-3
6	Устойчивость дискретных систем.	11	ОПК-2, ОПК-3
7	Неподвижные точки нелинейных отображений.	11	ОПК-2, ОПК-3
8	Хаотическая динамика.	11	ОПК-2, ОПК-3
9	Теорема Шарковского. Детерминированный хаос.	11	ОПК-2, ОПК-3

## 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 студентов заключается в следующих формах:

- выполнение практических заданий;
- подготовка сообщений по вопросам практических занятий.

### 6.1. Темы практических занятий

#### 1 семестр

Практическая работа №1. Общая теория линейных однородных дискретных уравнений высших порядков.

Практическая работа №2. Линейные уравнения высших порядков с постоянными коэффициентами.

Практическая работа №3. Свойства решений линейных систем. Линейные однородные системы с постоянными коэффициентами. Структура фундаментальной матрицы.

#### 2 семестр

Практическая работа №1. Второй метод Ляпунова. Устойчивость по первому приближению. Устойчивость дискретных полиномов.

Практическая работа №2. неподвижные точки нелинейных отображений.

Практическая работа №3. Характеристика основных типов положений равновесия на плоскости. Циклы.

### 6.2. Внеаудиторная самостоятельная работа

№	Наименование раз-	Наименование темы	Форма СР	Тру-
---	-------------------	-------------------	----------	------

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2022
Рабочая программа дисциплины Б1.О.07 «Математическое моделирование динамических систем» для направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль подготовки «Математическое моделирование и вычислительные технологии»		

п/п	дела			до-ем-кост-ь (час.)
<b>1 семестр</b>				
1	Математическое моделирование динамических систем	Детерминированное моделирование.	выполнение практических заданий	20
2		Информационное моделирование.		15
3		Символическое моделирование.		10
4		Аналоговое моделирование.		15
5		Стохастическое моделирование.		12
6		Имитационное моделирование.		14
Итого				86
<b>2 семестр</b>				
1	Математическое моделирование динамических систем	Задачи выбора оптимальных решений при проектировании.	выполнение практических заданий	12
2		Одно- и многопараметрическая оптимизация.		11
3		Решение задач многопараметрической оптимизации.		11
4		Линейное программирование.		11
5		Геометрическое решение нелинейных дискретных уравнений первого порядка. Лестница Ламерея.		11
6		Устойчивость дискретных систем.		11
7		Неподвижные точки нелинейных отображений.		11
8		Хаотическая динамика.		11
9		Теорема Шарковского. Детерминированный хаос.		11
Итого				100

## 7. Примерная тематика контрольных работ, курсовых работ

Учебным планом контрольные работы по дисциплине Б1.О.07 «Математическое моделирование динамических систем» не предусмотрены.

*Примерная тематика курсовых работ (1 семестр):*

1. Системы массового обслуживания
2. Генератор псевдослучайных чисел
3. Дискретный фильтр Калмана
4. Конечные автоматы
5. Процессы авторегрессии - скользящего среднего
6. АРСС модели временных рядов
7. Хаотические отображения

## 8. Перечень вопросов на промежуточную аттестацию



ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2022
Рабочая программа дисциплины Б1.О.07 «Математическое моделирование динамических систем» для направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль подготовки «Математическое моделирование и вычислительные технологии»		

***Примерный перечень вопросов на зачет (1 семестр):***

1. Основные типы математических моделей динамических систем.
2. Частотные и операторные методы моделирования непрерывных процессов.
3. Математическое моделирование дискретных динамических систем.
4. Разностные уравнения и рекуррентные соотношения, их взаимосвязь.
5. Источники появления ошибок вычисления в дискретной системе.
6. Описание дискретной системы с помощью переменных состояния.
7. Z-преобразование дискретного сигнала, обратное z-преобразование.
8. Математические свойства дискретных выборок и их преобразования. Процессы дискретного преобразования сигналов.
9. Устойчивость дискретных систем. Уравнения состояния дискретных систем.
10. Методы компьютерного моделирования линейных дискретных и дискретно-аналоговых динамических систем

***Примерный перечень вопросов на экзамен (2 семестр):***

1. Моделирование нелинейных динамических систем и современные методы численного интегрирования
2. Классические методы численного интегрирования
3. Использование регрессионного анализа для исследования временных зависимостей
4. Выделение циклических трендов временных сигналов
5. Интегрированная среда MathCAD
6. Методы численного решения дифференциальных уравнений
7. Интегрированная вычислительная система MatLab
8. Пакеты прикладных программ системы MatLab
9. Simulink 4 – пакет расширения системы MatLab 6.0
10. Классификация динамических характеристик объектов управления и систем
11. Определение динамических характеристик объектов и систем с помощью аperiodических, регулярных воздействий
12. Определение динамических характеристик объектов и систем при возмущениях в виде случайных сигналов

**9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

9.1. Основная учебная литература:

1. Шорников, Ю. В. Компьютерное моделирование динамических систем : учебное пособие / Ю. В. Шорников, Д. Н. Достовалов. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. — 68 с. — ISBN 978-5-7782-3276-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/91222.html> (дата обращения: 15.03.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Вагин, Д. В. Численное моделирование динамических систем, описываемых обыкновенными дифференциальными уравнениями : учебное пособие / Д. В. Вагин. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2019. — 63 с. — ISBN 978-5-7782-3941-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/98760.html> (дата обращения: 15.03.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

9.2. Дополнительная учебная литература:

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2022
Рабочая программа дисциплины Б1.О.07 «Математическое моделирование динамических систем» для направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль подготовки «Математическое моделирование и вычислительные технологии»		

1. 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. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/452200> (дата обращения: 15.03.2021).
2. 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. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/455111> (дата обращения: 15.03.2021).
3. Магомедов, К. М. Сеточно-характеристические численные методы : учебное пособие для вузов / К. М. Магомедов, А. С. Холодов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 313 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04220-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/452202> (дата обращения: 15.03.2021).

## 10. Формы и критерии оценивания учебной деятельности студента

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	Уровень освоения модулей дисциплины (оценка)	Критерии оценивания отдельных видов работ обучающихся		
		Устный/письменный опрос	Отчет по практической работе	Выполнение заданий самостоятельной работы
Высокий	отлично	Обучающийся ответил на все вопросы и продемонстрировал полноту знаний по изучаемому материалу	Содержит все задания лабораторной работы, оформлен в соответствии с требованиями	Студент безошибочно ответил на все основные вопросы, а также продемонстрировал свободное владение материалом при ответе на дополнительные вопросы; работа выполнена в полном объеме и в точном соответствии с требованиями; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач, сформулированных в

ОПОП	СМК-РПД-В1.П2-2022
Рабочая программа дисциплины Б1.О.07 «Математическое моделирование динамических систем» для направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль подготовки «Математическое моделирование и вычислительные технологии»	

				задании
Базовый	хорошо	Обучающийся ответил на большую часть вопросов и продемонстрировал понимание изучаемого материала	Содержит большинство заданий лабораторной работы, оформлен в соответствии с требованиями	Студент безошибочно ответил на основные вопросы, но не точно или не в полном объеме раскрыл дополнительные вопросы; работа выполнена в полном объеме и в точном соответствии с требованиями; студент твердо владеет теоретическим материалом, может применять его самостоятельно или по указанию преподавателя
Пороговый	удовлетворительно	Ответ обучающегося содержал ошибки и недочеты	Содержит меньшую часть заданий лабораторной работы, оформление не соответствует требованиям	Студент затрудняется в ответах на вопросы и отвечает только после наводящих вопросов, демонстрирует слабое знание при ответе на дополнительные вопросы; работа выполнена в основном правильно, но без достаточно глубокой проработки некоторых разделов; студент усвоил только основные разделы теоретического материала и по указанию преподавателя применяет его практически; на вопросы отвечает неуверенно или допускает ошибки
Компетенции не сформированы	неудовлетворительно	Обучающийся не ответил на поставленные вопросы	Отчет не предоставлен	Студент не ответил ни на один вопрос; работа не выполнена

### Промежуточная аттестация

Уровень сформированности компетенции	Уровень освоения дисциплины	Критерии оценивания обучающихся (работ обучающихся)	
		зачет	экзамен
Высокий	отлично	Студент показал всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений	Студент показал всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений
Базовый	хорошо	Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излага-	Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излага-

ОПОП	СМК-РПД-В1.П2-2022
Рабочая программа дисциплины Б1.О.07 «Математическое моделирование динамических систем» для направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль подготовки «Математическое моделирование и вычислительные технологии»	

		ет его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности	ет его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности
Пороговый	удовлетворительно	Студент показал фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации	Студент показал фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации
Компетенции не сформированы	неудовлетворительно	Студент не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач	Студент не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач

### 11. Материально-техническая база

Для проведения аудиторных занятий по дисциплине необходима следующая материально-техническая база: компьютерный кабинет, оборудованный мультимедийным проектором и интерактивной доской.