

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Меркулов Евгений Сергеевич

Должность: И.о. ректора

Дата подписания: 31.07.2021 14:16:56

Уникальный программный ключ:

39428e82d614a3cd984f917b018f0fd2c07182daabc77db685db2d16370f6e7c

ОПОП

Рабочая программа дисциплины Б1.В.03 «Качественная теория дифференциальных уравнений» для направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль подготовки «Математическое моделирование и вычислительные технологии»

СМК-РПД-В1.П2-2021

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (КУРСА, МОДУЛЯ)

Б1.В.03 «Качественная теория дифференциальных уравнений»

Направление подготовки: 01.04.02 Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: «Математическое моделирование и вычислительные технологии»

Год набора: 2021

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очно-заочная

Курс 2 Семестр 3

Экзамен: 3 семестр

Петропавловск-Камчатский, 2021 г.

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2021
Рабочая программа дисциплины Б1.В.03 «Качественная теория дифференциальных уравнений» 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.

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2021
Рабочая программа дисциплины Б1.В.03 «Качественная теория дифференциальных уравнений» 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	6
5. Тематическое планирование	6
3 семестр	Ошибка! Закладка не определена.
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.П2-2021
Рабочая программа дисциплины Б1.В.03 «Качественная теория дифференциальных уравнений» 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 изучение качественных свойств решений дифференциальных уравнений, на основе которых создаются математические модели физических явлений и законов в линейном приближении; изучение понятия функционала и его свойств, представляющих собой математическую основу фундаментальных физических законов.

Задачи освоения дисциплины: изучение и овладение методами исследования решения дифференциальных уравнений; изучение вопросов устойчивости точек покоя, свойств фазовых траекторий; изучение методов и приемов математических доказательств теорем и утверждений; формирование у студентов умений и навыков самостоятельного приобретения и применения знаний при исследовании и построении математических моделей; овладение студентами знаний по применению дифференциальных уравнений в различных разделах физики при исследовании физических явлений.

2. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина «Качественная теория дифференциальных уравнений» относится к блоку Б1 дисциплин вариативной части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

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 решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики (ОПК-1)	ОПК-1.1. Знает основные понятия, идеи, методы, связанные с дисциплинами фундаментальной математики, методы математического моделирования, формулировки и доказательства утверждений, возможные сферы их связи и приложения в других областях математического знания; методы решения актуальных и значимых проблем фундаментальной и прикладной математики, профессиональную терминологию. ОПК-1.2. Умеет самостоятельно находить взаимосвязь между различными понятиями, используемыми в данной дисциплине, применять методы фундаментальной и прикладной математики для решения задач; применять методы математического моделирования к решению конкретных задач; правильно ставить задачи по выбранной тематике, выбирать для исследования необходимые методы; применять

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2021
Рабочая программа дисциплины Б1.В.03 «Качественная теория дифференциальных уравнений» для направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль подготовки «Математическое моделирование и вычислительные технологии»		

		выбранные методы к решению научных задач, оценивать значимость получаемых результатов. ОПК-1.3. Владеет навыками построения и реализации основных математических алгоритмов, навыками анализа математических проблем; понятийным и формальным математическим аппаратом; навыками разработки новых математических моделей и алгоритмов, профессиональной терминологией при презентации проведенного исследования; научным стилем изложения собственной концепции.
	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.
	Способен проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива (ПК-1)	ПК-1.1. Знает классические и современные методы решения задач по выбранной тематике научных исследований; основы научно-исследовательской деятельности. ПК-1.2. Умеет использовать теоретические методы в решении прикладных задач, составлять научные обзоры, рефераты и библиографии по тематике проводимых научных исследований; работать в научном коллективе, распределять и делегировать выполняемую работу; выдвигать научную гипотезу, принимать участие в ее обсуждении; правильно ставить задачи по выбранной тематике, выбирать для исследования необходимые методы; применять выбранные методы к решению научных задач, оценивать значимость получаемых результатов. ПК-1.3. Владеет навыками профессионального мышления, необходимыми для адекватного использования методов современной математики в теоретических и прикладных задачах.
	Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых задач проектной и производ-	ПК-3.1. Знает общую постановку проблемы принятия оптимальных проектных решений, основные понятия и определения; основные элементы проблемы принятия оптимальных проектных решений, включая состояние внешней среды, цели и матрицу решений; основные методы и модели принятия оптимальных про-

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2021
Рабочая программа дисциплины Б1.В.03 «Качественная теория дифференциальных уравнений» для направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль подготовки «Математическое моделирование и вычислительные технологии»		

	ственно-технологической деятельности (ПК-3)	ектных решений в условиях определенности и неопределенности; аналитические и эвристические методы оптимизации проектных решений; прикладные аспекты процессов принятия оптимальных проектных решений в условиях полной и неполной информации. ПК-3.2. Умеет ставить задачи принятия оптимальных проектных решений, в различных предметных областях; априорно выбирать методы, модели или системы поддержки принятия решений; применять методы, модели или системы поддержки принятия решений для машинной генерации как оптимальных, так и приемлемых решений; грамотно анализировать и интерпретировать решения и оценки их полезности; представлять результаты решений в форме научного отчета. ПК-3.3. Владеет методами математического моделирования проектной и производственно-технологической деятельности; методами поддержки принятия решений для машинной генерации как оптимальных, так и приемлемых решений; информационными технологиями и системами оптимизации проектных решений.
--	---	--

4. Содержание дисциплины

Теоремы существования и общие свойства решений. Свойства траекторий динамических систем. Классификация траекторий по свойствам предельных множеств. Выпрямляемые семейства траекторий.

Устойчивость особых точек автономных систем. Формулы для вычисления индекса изолированной особой точки $x = 0$ отображения $f(x)$. Метод функций Ляпунова исследования устойчивости особых точек. Теоремы о неустойчивости по Ляпунову. Устойчивость линейных систем. Устойчивость по линейному приближению. Притяжение почти всюду. Системы с интегральным инвариантом

5. Тематическое планирование

Модули дисциплины

№	Наименование модуля	Лекции	Практики/ семинары	Лабораторные	Сам. работа	Всего, часов
1	Качественная теория дифференциальных уравнений	4	8	0	24	36
	Всего	4	8	0	24	36

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2021
Рабочая программа дисциплины Б1.В.03 «Качественная теория дифференциальных уравнений» для направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль подготовки «Математическое моделирование и вычислительные технологии»		

Тематический план

№ темы	Тема	Кол-во часов	Компетенции по теме
	<i>Лекции</i>		
1	Теоремы существования и общие свойства решений	2	ОПК-1, ОПК-3, ПК-1, ПК-3
2	Устойчивость особых точек автономных систем	2	ОПК-1, ОПК-3, ПК-1, ПК-3
	<i>Практические занятия</i>		
1	Индексы особых точек	2	ОПК-1, ОПК-3, ПК-1, ПК-3
2	Тип особых точек и фазовые траектории	2	ОПК-1, ОПК-3, ПК-1, ПК-3
3	Асимптотическая устойчивость	2	ОПК-1, ОПК-3, ПК-1, ПК-3
4	Сечение Пуанкаре. Критерий Бендиксона.	2	ОПК-1, ОПК-3, ПК-1, ПК-3
	<i>Самостоятельная работа</i>		
1	Эргодические теоремы Биркгофа	8	ОПК-1, ОПК-3, ПК-1, ПК-3
2	Классификация особых точек на плоскости	8	ОПК-1, ОПК-3, ПК-1, ПК-3
3	Приложение качественной теории дифференциальных уравнений.	8	ОПК-1, ОПК-3, ПК-1, ПК-3

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2021
Рабочая программа дисциплины Б1.В.03 «Качественная теория дифференциальных уравнений» для направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль подготовки «Математическое моделирование и вычислительные технологии»		

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

Практическая работа №1. Индексы особых точек

Практическая работа №2. Тип особых точек и фазовые траектории

Практическая работа №3. Асимптотическая устойчивость

Практическая работа №5. Сечение Пуанкаре. Критерий Бендиксона.

6.2. Внеаудиторная самостоятельная работа

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Форма СР	Трудоемкость (час.)
1	Качественная теория дифференциальных уравнений	Эргодические теоремы Биркгофа	Конспект лекций, презентация с устным докладом	8
2		Классификация особых точек на плоскости	Конспект лекций, презентация с устным докладом	8
3		Приложение качественной теории дифференциальных уравнений.	Конспект лекций, презентация с устным докладом	8
Итого				24

7. Примерная тематика контрольных работ, курсовых работ

Учебным планом контрольные работы и курсовые работы по дисциплине Б1.В.04 «Качественная теория дифференциальных уравнений» не предусмотрены.

8. Перечень вопросов на экзамен

1. Динамическая система
2. Задача Коши
3. Траектории динамических систем
4. Классификация траекторий по свойствам предельных множеств
5. Выпрямляемые семейства траекторий
6. Теорема Барбашина Е.А.

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2021
Рабочая программа дисциплины Б1.В.03 «Качественная теория дифференциальных уравнений» для направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль подготовки «Математическое моделирование и вычислительные технологии»		

7. Устойчивость по Ляпунову
8. Теорема Красносельского М.А.
9. Вычисление индекса изолированной особой точки.
10. Формула Пуанкаре
11. Метод функции Ляпунова
12. Принцип инвариантности ЛаСалля
13. Теорема Баршина-Красовского
14. Теоремы Ляпунова А.М. об неустойчивости
15. Теорема Н.Г. Четаева
16. Теорема Гурвица
17. Устойчивость по линейному приближению
18. Притяжение почти всюду
19. Теорема Рантцера А.
20. Критерий Бендиксона
21. Системы с интегральным инвариантом
22. Теорема Пункаре-Каратеодори
23. Теорема о возвращении точек
24. Теоремы Биркгофа
25. Классификация особых точек
26. Приложение качественной теории дифференциальных уравнений.

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Основная учебная литература:

1. Оболенский, А. Ю. Лекции по качественной теории дифференциальных уравнений / А. Ю. Оболенский. — Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019. — 320 с. — ISBN 978-5-4344-0706-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/91945.html> (дата обращения: 15.03.2021). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей.
2. Качественные свойства решений дифференциальных уравнений и смежные вопросы спектрального анализа : научное издание / И. В. Асташова, С. С. Ежак, Е. С. Карулина [и др.] ; под редакцией И. В. Асташовой. — Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2017. — 646 с. — ISBN 978-5-238-02368-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/81638.html> (дата обращения: 15.03.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

9.2. Дополнительная учебная литература:

1. Зуев А.Л. Буряченко Е.А. Качественная теория дифференциальных уравнений: тексты лекций специального курса по дифференциальным уравнениям и уравнениям математической физики. Донецк: ДонНУ. 2007. – 50 с.
2. Кудряшов, Н. А. Аналитическая теория нелинейных дифференциальных уравнений / Н. А. Кудряшов. — 2-е изд. — Москва, Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2019. — 360 с. — ISBN 978-5-4344-0673-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/91910.html> (дата обращения: 15.03.2021). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

ОПОП	СМК-РПД-В1.П2-2021
Рабочая программа дисциплины Б1.В.03 «Качественная теория дифференциальных уравнений» для направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль подготовки «Математическое моделирование и вычислительные технологии»	

3. Устойчивость и оптимальная стабилизация систем дифференциальных уравнений : учебное пособие / Б. Г. Гребенщиков, Н. В. Гредасова, А. Б. Ложников [и др.]. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 120 с. — ISBN 975-5-7996-1791-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/68306.html> (дата обращения: 15.03.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

9.3. Интернет-ресурсы:

1. Научная электронная библиотека Elibrary.ru – <http://elibrary.ru>
2. Математический портал Math-Net – <http://mathnet.ru>
3. Академия Google - <https://scholar.google.ru/>
4. видеолекции на канале Постнаука youtube.com

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 полностью знания 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 задании
Базовый	хорошо	Обучаю-	Содержит	Студент безошибочно ответил на

ОПОП	СМК-РПД-В1.П2-2021
Рабочая программа дисциплины Б1.В.03 «Качественная теория дифференциальных уравнений» для направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль подготовки «Математическое моделирование и вычислительные технологии»	

		щийся ответил на большую часть вопросов и продемонстрировал понимание изучаемого материала	большинство заданий лабораторной работы, оформлен в соответствии с требованиями	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)
		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
Базовый	хорошо	Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает 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 мо-

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2021
Рабочая программа дисциплины Б1.В.03 «Качественная теория дифференциальных уравнений» для направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль подготовки «Математическое моделирование и вычислительные технологии»		

		жет 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

11. Материально-техническая база

Аудитория вместимостью не менее 20 человек для лекционных и практических занятий, компьютеры с установленным программным обеспечением Maple, а также оснащенный современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации (проектор), получения и передачи электронных документов.