

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ребковец Ольга Александровна  
Должность: И.о. ректора  
Дата подписания: 24.10.2022 10:57:54  
Уникальный программный ключ:  
e789ec8739030382afc5ebff702928adf1af5cfb

ОПОП

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.03.02 «Вариационные методы в математической физике» 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  
19.06.2022 г., протокол №9  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ И.А. Кашутина

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

### ***Б1.В.ДВ.03.02 «Вариационные методы в математической физике»***

**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**

**Экзамен:** 1 семестр

Петропавловск-Камчатский, 2022 г.

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2022
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.03.02 «Вариационные методы в математической физике» 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 \_\_\_\_\_ Р.И. Паровик

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2022
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.03.02 «Вариационные методы в математической физике» 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
7. Примерная тематика контрольных работ, курсовых работ .....	6
8. Перечень вопросов на экзамен .....	7
9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины .....	7
10. Формы и критерии оценивания учебной деятельности студента .....	8

ОПОП	СМК-РПД-В1.П2-2022
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.03.02 «Вариационные методы в математической физике» 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 изложение курса «вариационные методы математической физики» на современном и доступном уровне и умение применять вариационные методы на практике.

### 2. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина «Вариационные методы в математической физике» 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:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения универсальных компетенций
ПК-3. Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых задач проектной и производственно-технологической деятельности	<p>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 проектных 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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>
ПСК-2. Способность определения сферы применения результатов научно-исследовательских и опытно-	<p>ПСК-2.1. Знает методы разработки информационных, объектных, документных моделей производственных организаций.</p> <p>ПСК-2.2. Умеет применять методы разработки информационных, объектных, документных моделей производственных предприятий.</p> <p>ПСК-2.3. Владеет методами решения задач аналитического характера.</p>

ОПОП	СМК-РПД-В1.П2-2022
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.03.02 «Вариационные методы в математической физике» для направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль подготовки «Математическое моделирование и вычислительные технологии»	

конструкторских работ	
-----------------------	--

#### 4. Содержание дисциплины

Постановка основных задач. Понятие об операторе и о функционале. Энергетический метод. Проблема собственных чисел. Метод Бубнова-Галеркина. Метод наименьших квадратов. Конечноразностные методы.

#### 5. Тематическое планирование

##### Модули дисциплины

№	Наименование модуля	Лекции	Практики/ семинары	Лабораторные	Сам. работа	Всего, часов
1	Вариационные методы в математической физике	6	12	0	54	72
	Всего	6	12	0	54	72

##### Тематический план

№ те- мы	Тема	Кол-во часов	Компе- тенции по теме
	<i>Лекции</i>		
1	Постановка основных задач.	6	ОПК-3, ПК-3, ПСК-2
	<i>Практические занятия</i>		
1	Понятие об операторе и о функционале.	4	ОПК-3, ПК-3, ПСК-2
2	Энергетический метод.	4	ОПК-3, ПК-3, ПСК-2
3	Проблема собственных чисел.	4	ОПК-3, ПК-3, ПСК-2
	<i>Самостоятельная работа</i>		
1	Понятие об операторе и о функционале.	11	ОПК-3, ПК-3, ПСК-2
2	Энергетический метод.	10	ОПК-3, ПК-3, ПСК-2

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2022
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.03.02 «Вариационные методы в математической физике» для направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль подготовки «Математическое моделирование и вычислительные технологии»		

3	Проблема собственных чисел.	11	ОПК-3, ПК-3, ПСК-2
4	Метод Бубнова-Галеркина.	11	ОПК-3, ПК-3, ПСК-2
5	Метод наименьших квадратов. Конечноразностные методы.	11	ОПК-3, ПК-3, ПСК-2

## 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. Понятие об операторе и о функционале.

Практическая работа №2. Энергетический метод.

Практическая работа №3. Проблема собственных чисел.

### 6.2. Внеаудиторная самостоятельная работа

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Форма СР	Трудоемкость (час.)
1	Обобщенные функции в математической физике	Понятие об операторе и о функционале.	решение практических заданий	11
2		Энергетический метод.		10
3		Проблема собственных чисел.		11
4		Метод Бубнова-Галеркина.		11
5		Метод наименьших квадратов. Конечноразностные методы.		11
Итого				54

## 7. Примерная тематика контрольных работ, курсовых работ

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2022
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.03.02 «Вариационные методы в математической физике» для направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль подготовки «Математическое моделирование и вычислительные технологии»		

Учебным планом контрольные работы и курсовые работы по дисциплине Б1.В.ДВ.03.02 «Вариационные методы в математической физике» не предусмотрены.

### 8. Перечень вопросов на экзамен

1. Гильбертово пространство. Положительные и положительно-определенные операторы в гильбертовом пространстве
2. Интеграл Лебега. Гильбертово пространство. Предельный переход в гильбертовых пространствах.
3. Ортогональность и ортогональные ряды.
4. Подпространства. Функционалы и операторы. Положительные и положительно-определенные операторы в гильбертовом пространстве и их свойства.
5. Примеры дифференциальных операторов
6. Энергетическое пространство положительно-определенного и положительного операторов.
7. Энергетическое пространство положительно-определенного оператора.
8. Энергетическое пространство только положительного оператора.
9. Сепарабельность энергетического пространства.
10. Главные и естественные краевые условия.
11. Естественность краевых условий смешанной задачи для уравнения Пуассона.
12. Вариационный метод.
13. Вариационный метод для положительно определенных операторов.
14. Функционал энергии. Теорема о функционале энергии. Задача о минимуме функционала энергии. Обобщенное решение задачи о минимуме функционала энергии.
15. Построение минимизирующей последовательности.
16. Энергетический метод для положительных операторов.
17. Вариационные методы Ритца, Куранта, Канторовича
18. Вариационный метод Канторовича решения краевых задач математической физики.
19. Метод сеток.
20. Вариационно-разностные методы построения минимизирующей последовательности.
21. Общая задача о минимуме квадратичного функционала энергии.
22. Приложения вариационных методов к краевым задачам для обыкновенных дифференциальных уравнений.
23. Изгиб балки поперечного сечения, лежащей на упругом основании.
24. Системы обыкновенных дифференциальных уравнений.
25. Основные краевые задачи для уравнений эллиптического типа.
26. Случай неоднородных краевых условий.

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

9.1. Основная учебная литература:

1. Голубева, Н. Д. Уравнения математической физики : учебно-методическое пособие / Н. Д. Голубева, Л. Н. Смирнова. — Самара : Самарский государственный технический университет, 2020. — 55 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/105081.html> (дата обращения: 16.03.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2022
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.03.02 «Вариационные методы в математической физике» для направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль подготовки «Математическое моделирование и вычислительные технологии»		

2. Щербакова, Ю. В. Уравнения математической физики : учебное пособие / Ю. В. Щербакова, М. А. Миханьков. — 2-е изд. — Саратов : Научная книга, 2019. — 159 с. — ISBN 978-5-9758-1795-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/81065.html> (дата обращения: 16.03.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

#### 9.2. Дополнительная учебная литература:

1. Осинцева, М. А. Уравнения математической физики : учебное пособие / М. А. Осинцева. — Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2019. — 82 с. — ISBN 978-5-9961-2013-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/101435.html> (дата обращения: 16.03.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Янов, С. И. Уравнения математической физики : учебно-методическое пособие / С. И. Янов. — Барнаул : Алтайский государственный педагогический университет, 2019. — 80 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/102791.html> (дата обращения: 16.03.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

### 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	Содержит все задания лабораторной работы, оформлен в соот-	Студент безошибочно ответил на все основные вопросы, а также продемонстрировал свободное владение материалом при ответе на дополнительные вопросы; работа выполнена в полном объеме и

ОПОП	СМК-РПД-В1.П2-2022
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.03.02 «Вариационные методы в математической физике» для направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль подготовки «Математическое моделирование и вычислительные технологии»	

		полноту знаний по изучаемому материалу	ветствии с требованиями	в точном соответствии с требованиями; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач, сформулированных в 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)
		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

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2022
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.03.02 «Вариационные методы в математической физике» для направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль подготовки «Математическое моделирование и вычислительные технологии»		

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 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

### 11. Материально-техническая база

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