

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Костромской государственный университет»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ВАРИАЦИОННЫЕ ПРИНЦИПЫ В ФИЗИКЕ


Направление подготовки: 03.03.02–Физика

Направленность: Физика


Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Кострома

Рабочая программа дисциплины «Интегральные уравнения и вариационное исчисление» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом 03.03.02–Физика, утвержден 07.08.2014 г.


Разработал:  Дьяков И.Г., доцент кафедры общей и теоретической физики,
подпись

доцент, к.т.н.

Рецензент:  Белкин Павел Николаевич, профессор кафедры общей и
подпись
теоретической физики, д.т.н., профессор


УТВЕРЖДЕНО:

На заседании кафедры общей и теоретической физики
Протокол заседания кафедры № 15 от 29 июня 2017 г.
Заведующий кафедрой общей и теоретической физики

 Шадрин Сергей Юрьевич, заведующий кафедрой общей и
подпись
теоретической физики, к.т.н., доцент


ПЕРЕУТВЕРЖДЕНО:

На заседании кафедры общей и теоретической физики
Протокол заседания кафедры № 12 от 28 июня 2018 г.
Заведующий кафедрой общей и теоретической физики

 Шадрин Сергей Юрьевич, заведующий кафедрой общей и
подпись
теоретической физики, к.т.н., доцент


ПЕРЕУТВЕРЖДЕНО:

На заседании кафедры общей и теоретической физики
Протокол заседания кафедры № 10 от 20 мая 2019 г.
Заведующий кафедрой общей и теоретической физики

 Шадрин Сергей Юрьевич, заведующий кафедрой общей и
подпись
теоретической физики, к.т.н., доцент

ПЕРЕУТВЕРЖДЕНО:

На заседании кафедры общей и теоретической физики
Протокол заседания кафедры № 10 от 7 мая 2020 г.
Заведующий кафедрой общей и теоретической физики

 Шадрин Сергей Юрьевич, заведующий кафедрой общей и
подпись
теоретической физики, к.т.н., доцент

ПЕРЕУТВЕРЖДЕНО:

На заседании кафедры общей и теоретической физики

Протокол заседания кафедры № 5 от 14 января 2021 г.

Заведующий кафедрой общей и теоретической физики



подпись

Шадрин Сергей Юрьевич, заведующий кафедрой общей и

теоретической физики, к.т.н., доцент

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью изучения данной дисциплины является формирования у студентов системных теоретических знаний, умений и практических навыков по дисциплине «Вариационные принципы в физике».

В результате изучения учебной дисциплины «Вариационные принципы в физике» у обучаемых должны сформироваться профессиональные компетенции:

- способностью использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей (ОПК-2);
- способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин (ПК-4).

Задачами дисциплины являются:

- изучение базовых понятий теории интегральных уравнений и вариационного исчисления;
- освоение основных приемов решения практических задач по темам дисциплины;
- приобретение опыта работы с математической и связанной с математикой научной и учебной литературой;
- развитие четкого логического мышления.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины «Вариационные принципы в физике» студент должен **знать:**

- базовые фундаментальные разделы математики, в частности основные понятия и операции курса интегральных уравнений и вариационного исчисления, необходимых для адекватного теоретического описания физических систем;
- знать область применения профильных знаний, в частности круг задач, сводимых к функционалам;

уметь:

- создавать математические модели типовых профессиональных задач, в частности интерпретировать формальные записи имеющихся математических объектов для задания физических моделей природных явлений, выделять в этих моделях физическое содержание и границы применимости;
- применять на практике знания, полученных в ходе освоения дисциплины, в частности использовать аппарат вариационного исчисления для решения физических задач;

владеть:

- методами и приемами интерпретации полученных результатов с учетом границ применимости моделей, в частности методами работы с математическими объектами функционалов, необходимых для физических явлений;
- методами и приемами решения профильных задач по физике с использованием аппарата вариационного исчисления.

освоить компетенции:

- способностью использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых

профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей (ОПК-2);

– способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин (ПК-4).

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина «Вариационные принципы в физике» изучается в 3 и 4 семестрах и относится к вариативной части образовательной программы подготовки физиков. Содержание курса можно представить в виде двух больших блоков: вариационное исчисление и элементы теории интегральных уравнений. К вопросам, составляющим основное содержание дисциплины, относятся: понятие вариации функции, условия экстремума функционала, уравнение Эйлера, Лагранжа, естественные граничные условия и условия трансверсальности.

Изучаемый материал подобран в соответствии с особенностями основной образовательной программы бакалавров физиков и имеет большую практическую направленность, основная часть практических приложений подобрана с расчетом на другие дисциплины курса теоретической физики.

Перед изучением дисциплины «Основы вариационного исчисления» обучающийся должен иметь представления о линейных пространствах, евклидовом пространстве, дифференциальном и интегральном исчислении, дифференциальных уравнениях. Требуемые компетенции формируются в рамках дисциплин «Математический анализ», «Линейная алгебра», «Аналитическая геометрия», «дифференциальные уравнения», «теория функций комплексных переменных».

Освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее для базовых курсов теоретической физики: «Квантовая теория» и «Электродинамика». Формирование общепрофессиональной компетенции ПК-4 будет продолжено при изучении дисциплин «Физика атомного ядра и элементарных частиц», «Физика поверхности», «Астрофизика».

4. Объем дисциплины (модуля)

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием академических (астрономических) часов и виды учебной работы

Виды учебной работы,	Очная форма
Общая трудоемкость в зачетных единицах	5
Общая трудоемкость в часах	180
Аудиторные занятия в часах, в том числе:	64
Лекции	32
Практические занятия	32
Лабораторные занятия	
Самостоятельная работа в часах	116
Форма промежуточной аттестации	Экзамен в 4 семестре

4.2. Объем контактной работы на 1 обучающегося

Виды учебных занятий	Очная форма
Лекции	32
Практические занятия	32
Лабораторные занятия	
Консультации	2

Зачет/зачеты	–
Экзамен/экзамены	0,35
Курсовые работы	–
Курсовые проекты	–
Всего	66,35

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием количества часов и видов занятий

5.1 Тематический план учебной дисциплины

№ п/п	Наименование темы	Всего часов	Аудиторные занятия			Сам. раб.
			лекц	практ	Лаб.	
1	Функционалы. Основные понятия и определения.	20	4	4		12
2	Вариация и экстремум функционала	20	4	4		12
3	Простейшая задача вариационного исчисления	20	4	4		12
4	Обобщения простейшей задачи вариационного исчисления	24	6	6		12
5	Задача с подвижными границами	24	6	6		12
6	Задачи на условный экстремум	18	4	4		10
7	Необходимые и достаточные условия второго порядка	18	4	4		10
Экзамен		36	-	-		36
Итого:		180	32	32		116

5.2. Содержание:

Тема 1. Функционалы. Основные понятия и определения

Примеры задач, приводящих к постановке вариационных проблем. Функциональные пространства. Понятие функционала. Непрерывность функционала. Линейный функционал.

Тема 2. Вариация и экстремум функционала

Дифференцируемость функционала. Первая вариация функционала. Сильный и слабый экстремум. Необходимое условие экстремума.

Тема 3. Простейшая задача вариационного исчисления

Вариационная задача с закрепленными границами. Основная лемма вариационного исчисления. Лемма Дюбуа-Реймона. Необходимое условие экстремума. Уравнение Эйлера. Регулярные экстремали. Случаи понижения порядка уравнения Эйлера. Инвариантность уравнения Эйлера.

Тема 4. Обобщения простейшей задачи вариационного исчисления

Функционалы от нескольких функций. Функционалы с производными высшего порядка. Функционалы от функций многих переменных. Необходимые условия экстремума.

Тема 5. Задача с подвижными границами

Условия трансверсальности. Необходимые условия экстремума.

Тема 6. Задачи на условный экстремум

Задача Лагранжа. Необходимые условия экстремума при наличии голономных и неголономных связей. Изопериметрическая задача. Необходимые условия экстремума.

Тема 7. Необходимые и достаточные условия второго порядка

Квадратичный функционал. Вторая вариация функционала. Необходимые условия слабого и сильного экстремума: условие Лежандра, условие Якоби, условие Вейерштрасса. Поле экстремалей. Достаточные условия сильного и слабого экстремума.

6. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

6.1. Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

№ п/п	Наименование темы	Задание	Часы	Методические рекомендации по выполнению задания	Форма контроля
1	Функционалы. Основные понятия и определения.	Изучение литературы, решение задач	12	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебно-методическим пособием [1] из списка основной литературы	Письменный опрос
2	Вариация и экстремум функционала	Изучение литературы, решение задач	12	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебно-методическим пособием [1] из списка основной литературы	Контрольная
3	Простейшая задача вариационного исчисления	Изучение литературы, решение задач	12	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебно-методическим пособием [2] из списка основной литературы	Контрольная работа
4	Обобщения простейшей задачи вариационного исчисления	Изучение литературы, решение задач	12	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебно-методическим пособием [1] из списка основной литературы	Письменный опрос
5	Задача с подвижными границами	Изучение литературы, решение задач	12	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебно-методическим пособием [1] из списка основной литературы	Контрольная работа
6	Задачи на условный экстремум	Изучение литературы, решение задач	10	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебно-методическим пособием [1] из списка основной литературы	Контрольная работа

№ п/п	Наименование темы	Задание	Часы	Методические рекомендации по выполнению задания	Форма контроля
7	Необходимые и достаточные условия второго порядка	Изучение литературы, решение задач	10	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебно-методическим пособием [2] из списка основной литературы	Письменный опрос
	Экзамен		36		Вопросы к экзамены

6.2. Тематика и задания для практических занятий

Тема 1. Функционалы. Основные понятия и определения

Задачи на установление порядка близости кривых, на нахождение расстояния между кривыми. Исследование функционалов на непрерывность.

Тема 2. Вариация и экстремум функционала

Нахождение вариации функционала, проверка необходимого условия экстремума.

Тема 3. Простейшая задача вариационного исчисления

Нахождение экстремалей вариационной задачи.

Тема 4. Обобщения простейшей задачи вариационного исчисления

Нахождение экстремалей функционалов от нескольких функций, функционалов с производными высшего порядка.

Тема 5. Задача с подвижными границами

Нахождение функций, реализующих экстремум

Тема 6. Задачи на условный экстремум

Нахождение экстремалей в изопериметрической задаче.

Тема 7. Необходимые и достаточные условия второго порядка

Исследование на экстремум.

7. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

а) основная

1. Гельфанд, И.М. Вариационное исчисление / И.М. Гельфанд, С.В. Фомин. - Москва : б.и., 1961. - 226 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=455166> (24.05.2018).
2. Карташев, А.П. Обыкновенные дифференциальные уравнения и основы вариационного исчисления / А.П. Карташев, Б.Л. Рождественский. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Наука, 1980. - 288 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=455167> (24.05.2018).
3. Ахиезер, Н.И. Лекции по варпацпоиному исчислению / Н.И. Ахиезер. - Москва : Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1955. - 250 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=455162> (24.05.2018).

б) дополнительная

1. Авербух, Ю.В. Простейшие задачи вариационного исчисления : учебно-методическое пособие / Ю.В. Авербух, Т.И. Сержникова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина. - Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. - 42 с. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7996-1250-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275720> (24.05.2018).

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Информационно-образовательные ресурсы:

1. Общероссийский математический портал Math-Net.Ru.

Электронные библиотечные системы:

1. Университетская библиотека онлайн <http://biblioclub.ru>

2. «Лань» <http://e.lanbook.com/>

3. ЭБС «Znanium»

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория для лекций:

Корпус Е, № 209, количество посадочных мест – 30, мультимедийный комплекс, включающий экран, ноутбук и проектор.

Аудитория для практических занятий:

Корпус Е, № 212, количество посадочных мест – 24.

Аудитории для самостоятельной работы:

Читальный зал корпуса «Е», количество посадочных мест – 22, 9 компьютеров (6 для читателей, 3 для сотрудников); 1 сканер.

Читальный зал корпуса «Б1», количество посадочных мест – 200. 3 компьютера для сотрудников; 1 принтер; 1 копир/принтер; 1 проектор; 2 экрана для проектора; 1 ворота «Антивор»; 1 WIFI-точка доступа. Лицензионное ПО: АИБС МаркSQL.

Компьютерный класс, корпус "Е", ауд.227, количество посадочных мест – 16, Блок системный КМ Office T3-4170, монитор Philips. Лицензионное ПО: Windows 8.1 Pro договор № 50155/ЯР4393 от 12.12.2014 с ООО Софт-лайн Проекты, MathCAD Education договор № 208/13 от 10.06.2013 с ООО ЮнитАльфаСофт.