

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
и образовательным инновациям



О.И.Чуприс

(подпись)

5.04.2018

(дата утверждения)

Регистрационный № УД-5656/уч.

ВАРИАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ

**Учебная программа учреждения высшего образования по
учебной дисциплине для специальности:
1-31 04 08 Компьютерная физика**

Минск, 2018

Учебная программа составлена на основе Образовательного стандарта ОСВО 1-31 04 08-2013, утвержденного и введенного в действие постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 30.08. 2013 № 88; учебных планов №G31-144/уч., №G31и-178/уч. от 30.05. 2013

СОСТАВИТЕЛЬ:

Г.Г. Крылов – доцент кафедры компьютерного моделирования Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой компьютерного моделирования
физического факультета Белорусского государственного университета
(протокол № 12 от 23 мая 2018 г.);

Советом физического факультета
Белорусского государственного университета
(протокол № 12 от 28 июня 2018 г.).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа дисциплины специализации «Вариационные методы» разработана для специальности 1-31 04 08 «Компьютерная физика», специализации 1-31 04 08 03 «Компьютерное моделирование физических процессов».

Значительная доля задач связанных с моделированием систем и процессов в естественно-научных областях и технике в той или иной мере используют для анализа вариационные методы. В области физики это особенно актуально в вычислительной физике твердого тела, наноэлектронике и нанотехнологии, теории самоорганизации. Учебная дисциплина «Вариационные методы», посвященная введению в этот круг задач с упором на методы численного анализа, представляется важным этапом для подготовки специалистов в области компьютерного моделирования физических процессов, осуществляемых кафедрой компьютерного моделирования.

Целью учебной дисциплины «Вариационные методы» является развитие компетенций студентов в овладении основными методами постановки и численного решения экстремальных задач математической физики включая граничные задачи и задачи на собственные значения.

Задачи учебной дисциплины –

- обучить студентов основным подходам к постановке вариационных задач и методам их численного решения в различных областях физики
- сформировать у студентов понимание общности вариационного подхода, его универсальности и типичных случаев использования в контексте решения физических проблем.

Материал дисциплины основан на базовых знаниях и представлениях, заложенных в дисциплинах общей и теоретической физики, математической физике и теории дифференциальных уравнений.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен

знать:

- основные понятия вариационных задач;
- основные понятия Фейнмановского подхода к квантовой механике
- вариационный метод Ритца;
- метод Галеркина для граничных задач;
- понятие о вариационной теории возмущений;

уметь:

- сформулировать вариационную задачу в предметной области;
- выбрать адекватный метод численного решения вариационной задачи;

владеть:

- навыками численного решения вариационных задач;
- методами численного решения задач на собственные значения;
- аналитическими вариационными методами анализа задач квантовой механики

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Академические компетенции:

- Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.
- Владеть системным и сравнительным анализом.
- Владеть исследовательскими навыками.
- Уметь работать самостоятельно.
- Быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью).
- Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.
- Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.
- Обладать навыками устной и письменной коммуникации.
- Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

Социально-личностные компетенции:

- Быть способным к социальному взаимодействию.
- Обладать способностью к межличностным коммуникациям.
- Быть способным к критике и самокритике (критическое мышление).
- Уметь работать в команде.

Профессиональные компетенции:

- Применять знания теоретических и экспериментальных основ физики и математики, методы исследования физических объектов, методы измерения физических величин, методы автоматизации эксперимента.
- Использовать новейшие открытия в естествознании, методы научного анализа, информационные образовательные технологии, физические основы современных технологических процессов, научное оборудование и аппаратуру.
- Пользоваться глобальными информационными ресурсами, компьютерными методами сбора, хранения и обработки информации, научно-технической и патентной литературой.
- Применять полученные знания фундаментальных положений физики, экспериментальных, теоретических и компьютерных методов исследования.
- Применять знания физических основ современных технологий, методы внедрения инноваций в научно-производственной, научно-педагогической и научно-технической деятельности.

Общее количество часов – 76 (2 зачетные единицы); количество аудиторных часов – 30, из них: лекции – 24, управляемая самостоятельная работа – 6. Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – экзамен в 9 семестре. Форма получения высшего образования — очная, дневная.

Текущий контроль знаний при выполнении управляемой самостоятельной работы (УСР) осуществляется в форме устного опроса, реферативных работ, письменной контрольной работы. Система оценивания – рейтинговая.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. Принцип наименьшего действия и вариационные принципы механики и оптики. Функции Лагранжа, функционал действия. Вариационные производные. Уравнения Лагранжа-Эйлера. Системы со старшими производными. Вариационные задачи с ограничениями. Слабые и сильные решения вариационных задач.

2. Вариационные задачи в квантовой механике и квантовой теории поля. Квантово-оптические аналогии. Фейнмановский подход к квантовой механике и интегралы по путям. Эффективный функционал в квантовой теории поля.

3. Элементы теории функций и функционального анализа. Пространство L_2 , ортогональные системы функций, гильбертово пространство, нормированные пространства.

4. Численные методы для вариационных задач квантовой механики. Метод Рунге. Метод Галеркина. Метод наименьших квадратов. Метод наискорейшего спуска. Вариационная теория возмущений. Операторный метод.

5. Краевые задачи для ОДУ. Примеры применения.

6. Задачи на собственные значения. Примеры для задачи Шредингера и Дирака. Методы расчета зонной структуры.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	9	
1	Принцип наименьшего действия и вариационные принципы механики и оптики	4						Устный опрос
2	Вариационные задачи в квантовой механике и квантовой теории поля	8					2	Устный опрос
3	Элементы теории функций и функционального анализа	2						Устный опрос,
4	Численные методы для вариационных задач квантовой механики	6					4	Устный опрос
5	Краевые задачи для ОДУ	2						Устный

								опрос
6	Задачи на собственные значения	2						Устный опрос
	Всего	24					6	Зачет

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. К. Ректорис Вариационные методы в математической физике и технике М., Мир 1985 – 589стр.
2. Атья М., Дональдсон С., и др Монополи: топологические и вариационные методы М., Мир 1989 – 580стр.
3. Kleinert H., Path Integrals in Quantum Mechanics, Statistics, Polymer Physics, and Financial Markets, World Scientific (Singapore, 2004)

Перечень дополнительной литературы

1. Оганесян Л.А., Руховец Л.А. Вариационно-разностные методы решения эллиптических уравнений, Ереван, 336стр
2. Гриффитс Ф. Внешние дифференциальные формы и вариационное исчисление М., Мир, 1986 – 366стр.
3. I.D. Feranchuk, L.I. Komarov The operator method of the approximate description of the quantum and classical systems J.Phys A17 3111 (1984).

Перечень используемых средств диагностики результатов учебной деятельности

1. Устный опрос
2. Реферативные работы
3. Контрольные работы

Рекомендуемые темы для устного опроса

1. Принцип Ферма в оптике, вывод законов отражения и преломления
2. Переменные действие-угол для гармонического осциллятора
3. Классические ортогональные многочлены

Рекомендуемые темы реферативных работ

1. Квантовый гармонический осциллятор под действием гармонической силы. Функциональный подход
2. Метод матричной прогонки для вариационных задач механики
3. Краевые задачи для уравнения Шредингера, кулоновский потенциал и потенциал Морса
4. Вариационные методы для уравнения Дирака

Рекомендуемые темы контрольных работ

1. Задачи на минимизацию и условную минимизацию
2. Минимизация при наличии неравенств
3. Построение геодезических
4. Задачи на собственные значения, расчет для наименьшего энергетического состояния квантовых систем.

Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов

Основой методики организации самостоятельной работы студентов по курсу является предоставление студентам необходимой для работы информации, а также обеспечение регулярных консультаций преподавателя и периодичной отчетности по различным видам учебной и самостоятельной деятельности.

В открытом доступе для студентов размещается следующая информация:

- программа курса с указанием основной и дополнительной литературы;
- учебно-методические материалы;
- график консультаций преподавателя;
- вопросы для проведения экзамена.

Методика формирования итоговой оценки

Итоговая оценка формируется на основе:

1. Правил проведения аттестации студентов (Постановление Министерства образования Республики Беларусь №53 от 29 мая 2012 г.);
2. Положения о рейтинговой системе оценки знаний по дисциплине в БГУ (Приказ ректора БГУ от 18.08.2015 №382-ОД);
3. Критериев оценки знаний студентов (письмо Министерства образования от 22.12.2003г.)

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Нелинейная физика	Кафедра компьютерного моделирования	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения	Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном варианте (протокол №12 от 23.05.2018)

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
на ____/____ учебный год

№№ пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
Компьютерного моделирования
(протокол № ____ от _____ 201_ г.)

Заведующий кафедрой
компьютерного моделирования
к.ф.-м.н., доцент

_____ О.Г. Романов

УТВЕРЖДАЮ
Декан физического факультета БГУ
д.ф.-м.н., профессор

_____ В.М. Анищик