

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
математического анализа



А.Д. Баев

подпись, расшифровка подписи

03.07.2018

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.Б.05 Вариационные методы в естествознании
Код и наименование дисциплины в соответствии с Учебным планом

- 1. Шифр и наименование направления подготовки/специальности:** 02.04.01м
Математика и компьютерные науки
- 2. Профиль подготовки/специализации:**
- 3. Квалификация (степень) выпускника:** Магистр
- 4. Форма образования:** Очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** Математического анализа
- 6. Составители программы:** Зверева Маргарита Борисовна, к.ф.-м-н., доцент кафедры математического анализа
- 7** Научно-методическим Советом математического факультета, протокол №0500-07 от 03.07.2018г.
- 8. Учебный год:** 2018-2019 **Семестр(ы):** 3

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Цели изучения дисциплины:

- подготовка студента к восприятию математического аппарата специальных дисциплин, чтению специальной литературы;
- получение базовых знаний и формирование основных навыков по методам оптимизации, необходимых для решения задач, возникающих в практической деятельности;
- развитие логического мышления;
- формирование необходимого уровня математической подготовки для понимания других математических дисциплин.

Задачи дисциплины:

- демонстрация на примерах математических понятий и методов сущности научного подхода, специфики математики, ее роли в развитии других наук;
- овладение студентами основными математическими понятиями методов оптимизации;
- выработка умений анализировать полученные результаты, решать типовые задачи, приобретение навыков работы со специальной математической литературой;
- формирование умений использовать математический аппарат для решения теоретических и прикладных задач.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: (блок Б1, базовая или вариативная часть, к которой относится дисциплина; требования к входным знаниям, умениям и навыкам; дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей))

Дисциплина «Вариационные методы в естествознании» относится к учебным дисциплинам базовой части блока Б1 основной образовательной программы направления подготовки 02.04.01м Математика и компьютерные науки - магистр.

Дисциплина «Вариационные методы в естествознании» базируется на знаниях, полученных в рамках курсов «Математический анализ», «Методы оптимизации», «Дифференциальные уравнения». Приобретенные в результате обучения знания, умения и навыки используются во многих математических и естественнонаучных дисциплинах, модулях и практиках. Полученные знания могут быть использованы при продолжении образования в аспирантуре и в дальнейшей трудовой деятельности выпускников.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ПК-1	Способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа и выработки решения.	<p>Знать: основные определения, понятия и идеи изучаемых разделов курса.</p> <p>Уметь: выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности.</p> <p>Владеть: математическим аппаратом для формализации, анализа и выработки решений.</p>

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.(в соответствии с учебным планом) 3/108

Форма промежуточной аттестации(зачет/экзамен) зачет

13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)	
	Всего	По семестрам
		3 семестр
Аудиторные занятия	40	40
в том числе: лекции	20	20
практические		
лабораторные	20	20
Самостоятельная работа	68	68
Итого:	108	108

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекции		
1.1	Вариационные принципы	Вариационный принцип Ферма. Принцип Гамильтона-Лагранжа.
1.2	Задача о струне	Получение краевой задачи о форме струны путем минимизации функционала потенциальной энергии.
1.3	Задача о стержне	Получение краевой задачи о форме нейтральной линии стержня. путем минимизации функционала потенциальной энергии.
1.4	Функция влияния задачи о струне	Получение аксиоматики функции Грина из вариационных принципов.
1.5	Функция влияния задачи о стержне	Получение аксиоматики функции Грина из вариационных принципов
1.6	Модель «шарик-пружина»	Модель движения шарика, присоединенного к пружине с жестко закрепленных концом.
1.8	Уравнения движения, вариационные принципы и законы сохранения в механике	Уравнения движения механической системы в форме Ньютона.
1.9	Принцип Гамильтона в механике	Принцип Гамильтона в механике. Функционал действия. Принцип наименьшего действия.
1.10	Маятник на свободной подвеске	Колебания системы из двух точечных масс.
1.11	Непотенциальные колебания	Уравнение колебаний с учетом сил трения на подвеску.
1.12	Малые колебания струны	Получение уравнения малых колебаний струны.
1.13	Вариационные принципы в электромеханике	Колебательный контур из конденсатора и катушки.
2. Лабораторные занятия		
2.1	Вариационные принципы	Простейшие задачи из геометрической оптики.
2.2	Задача о струне	Различные варианты закрепления концов. Задачи на графе.
2.3	Задача о стержне	Различные варианты закрепления концов. Задачи на графе. Цепочки струн и стержней.
2.4	Функция влияния задачи о струне	Изучение свойств функции влияния.
2.5	Функция влияния задачи о стержне	Изучение свойств функции влияния.
2.6	Модель «шарик-пружина»	Получение уравнения с помощью фундаментальных физических законов и путем минимизации функционала энергии.
2.7	Колебания маятника в поле силы тяжести	Получение уравнения колебания маятника с помощью принципа Гамильтона.
2.8	Уравнения движения, вариационные принципы и законы сохранения в механике	Уравнения движения механической системы в форме Лагранжа.
2.9	Принцип Гамильтона в	Законы сохранения и свойства пространства-времени.

	механике	
2.10	Маятник на свободной подвеске	Колебания системы из двух точечных масс.
2.11	Непотенциальные колебания	Уравнение колебаний с учетом сил трения на подвеску.
2.12	Малые колебания струны	Формула Даламбера.

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
01	Вариационные принципы	2			5	7
02	Задача о струне	2		2	5	9
03	Задача о стержне	2		2	5	9
04	Функция влияния задачи о струне	2		2	5	9
05	Функция влияния задачи о стержне	2		2	5	9
06	Модель «шарик-пружина»	2		2	5	9
07	Колебания маятника в поле силы тяжести			2	5	7
08	Уравнения движения, вариационные принципы и законы сохранения в механике	2		2	5	9
09	Принцип Гамильтона в механике	2		2	5	9
10	Маятник на свободной подвеске			2	5	7
11	Потенциальные колебания	2			5	7
12	Малые колебания струны			2	5	7
13	Вариационные принципы в электромеханике	2			8	10
	Итого	20		20	68	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: работа с конспектами лекций, презентационным материалом, выполнение практических заданий, тестов, заданий текущей аттестации и т.д.)

Для обеспечения систематической и регулярной работы по изучению дисциплины и успешного прохождения аттестаций студенту рекомендуется придерживаться следующего порядка обучения:

1. Самостоятельно определить объем времени, необходимого для проработки каждой темы.

2. Регулярно изучать каждую тему дисциплины как по конспектам лекции, так и по рекомендованной литературе, используя различные формы индивидуальной работы.
3. Согласовывать с преподавателем виды работы по изучению дисциплины.
4. По завершении отдельных тем передавать выполненные работы (домашние задания) преподавателю.
5. При успешном прохождении рубежных контрольных испытаний студент может претендовать на сокращение программы промежуточной (итоговой) аттестации по дисциплине.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Дифференциальные и интегральные уравнения, вариационное исчисление в примерах и задачах : учебное пособие / А.Б. Васильева [и др.] .— Изд. 3-е, испр. — СПб ; М. ; Краснодар : Лань, 2010 .
2	Морс М. Вариационное исчисление в целом / М. Морс ; пер. с англ. Л.Б. Вертгейма ; под ред. И.А. Тайманова .— М. ; Ижевск : Институт компьютерных исследований : Регулярная и хаотическая динамика, 2010 .
3	Каратеодори К. Вариационное исчисление и дифференциальные уравнения первого порядка в частных производных / К. Каратеодори ; пер. с англ. Л.Б. Вертгейма ; под ред. С.В. Болотина и И.С. Тайманова .— Москва ; Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2012 .
4	Кристалинский Р.Е. Решение вариационных задач строительной механики в системе Mathematica : учебное пособие / Р.Е. Кристалинский, Н.Н. Шапошников .— СПб. [и др.] : Лань, 2010 .
5	Сабитов К.Б. Уравнения математической физики / К.Б. Сабитов .— Москва : Физматлит, 2013 .

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
6	Покорный Ю.В. Осцилляционный метод Штурма в спектральных задачах / Ю.В. Покорный [и др.] – М.: Физматлит, 2009.
7	Самарский А.А. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры / А. А. Самарский, А. П. Михайлов .— Изд. 2-е, испр. — М. : Физматлит, 2002 .
8	Дифференциальные уравнения на геометрических графах / Ю.В. Покорный, О.М. Пенкин, В.Л. Прядиев и др. — М. : Физматлит, 2004 .— 268 с.
9	Покорный Ю.В. Оптимальные задачи / Ю.В. Покорный .— Воронеж : Воронеж. гос. ун-т, 2002 .— 198 с.
10	Покорный Ю.В. О некоторых натуральных одномерных краевых задачах : научно-методическая сказка для взрослых : научно-методическое пособие / Ю.В. Покорный, М.Б. Зверева, Т.В. Перловская .— Воронеж : Воронеж. гос. ун-т, 2007 .

11	Покорный Ю.В. Оптимальные задачи : [учебное пособие] / Ю.В. Покорный .— М. ; Ижевск : Регуляр. и хаотич. динамика : Ин-т компьютер. исслед., 2008 .
12	Тихонов А.Н. Уравнения математической физики : учебник для студ. физ.-мат. специальностей ун-тов / А.Н. Тихонов, А.А. Самарский ; Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова .— 7-е изд. — М. : Изд-во Моск. ун-та : Наука, 2004 .— 798 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
13	Электронный каталог Научной библиотеки Воронежского государственного университета. – (http // www.lib.vsu.ru/)

* Вначале указываются ЭБС, с которыми имеются договора у ВГУ, затем открытые электронно-образовательные ресурсы

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

Самостоятельная работа магистрантов, прежде всего, заключается в изучении литературы, дополняющей материал, излагаемый на лекциях и лабораторных занятиях. Для успешной самостоятельной работы предполагается тесный контакт с преподавателем, осуществляемый с помощью удаленной связи через интернет.

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

ОС Windows, Linux, программы Mathematica, Maple.

Проверка заданий и консультирование посредством e-mail, Skype.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

(при использовании лабораторного оборудования указывать полный перечень, при большом количестве оборудования можно вынести данный раздел в приложение к рабочей программе)

Учебные аудитории для проведения лекционных и лабораторных занятий. Доска, мел, тряпка, учебные пособия, компьютер.

19. Фонд оценочных средств:

19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
<p>ПК-1</p> <p>Способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа и выработки решения.</p>	<p>Знать: основные определения, понятия и идеи изучаемых разделов курса.</p>	<p>Разделы 1–13:</p> <p>Вариационные принципы. Задача о струне. Задача о стержне. Функция влияния в задаче о струне. Функция влияния в задаче о стержне. Модель «шарик-пружина». Колебания маятника в поле силы тяжести. Уравнения движения, вариационные принципы и законы сохранения в механике. Принцип Гамильтона в механике. Маятник на свободной подвеске. Потенциальные колебания. Малые колебания струны. Вариационные принципы в электромеханике.</p>	<p>Контрольная работа</p>

	<p>Уметь: выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности.</p>	<p>Разделы 1–13: Вариационные принципы. Задача о струне. Задача о стержне. Функция влияния в задаче о струне. Функция влияния в задаче о стержне. Модель «шарик-пружина». Колебания маятника в поле силы тяжести. Уравнения движения, вариационные принципы и законы сохранения в механике. Принцип Гамильтона в механике. Маятник на свободной подвеске. Потенциальные колебания. Малые колебания струны. Вариационные принципы в электромеханике.</p>	<p>Устный опрос</p>
	<p>Владеть: математическим аппаратом для формализации, анализа и выработки решений.</p>	<p>Разделы 1–13: Вариационные принципы. Задача о струне. Задача о стержне. Функция влияния в задаче о струне. Функция влияния в задаче о стержне. Модель «шарик-пружина». Колебания маятника в поле силы тяжести. Уравнения движения, вариационные принципы и законы сохранения в механике. Принцип Гамильтона в механике. Маятник на свободной подвеске.</p>	<p>Устный опрос</p>

		Потенциальные колебания. Малые колебания струны. Вариационные принципы в электромеханике.	
Промежуточная аттестация			Вопросы к зачету

19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Для оценивания результатов обучения на зачете используются следующие показатели:

- 1) знание учебного материала и владение понятийным аппаратом предмета.
- 2) умение связывать теорию с практикой, применять теоретические знания для решения практических задач
- 3) умение иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований.

<i>Критерии оценивания компетенций</i>	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Ответ на контрольно-измерительный материал соответствует одному или более чем одному из перечисленных показателей, обучающийся дает ответы на дополнительные вопросы, может быть не совсем полные. Демонстрирует знание учебного материала, возможно с некоторыми ошибками.	Пороговый уровень и выше порогового	<i>зачтено</i>
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует ни одному из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует фрагментарные знания и умения или отсутствие их.		<i>не зачтено</i>

19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие

этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

19.3.1 Перечень вопросов к зачету:

1. Вариационные принципы.
2. Задача о струне.
3. Задача о стержне.
4. Функция влияния в задаче о струне.
5. Функция влияния в задаче о стержне.
6. Модель «шарик-пружина».
7. Колебания маятника в поле силы тяжести.
8. Уравнения движения, вариационные принципы и законы сохранения в механике.
9. Принцип Гамильтона в механике.
10. Маятник на свободной подвеске.
11. Потенциальные колебания.
12. Малые колебания струны.
13. Вариационные принципы в электромеханике.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

Кафедра математического анализа

Комплекты заданий для контрольных работ
по дисциплине Вариационные методы в естествознании

Вариант 1.

1. Опишите математическую модель струны, жестко закрепленной в точках $x=0$ и $x=l$ и подпертой пружиной жесткости k во внутренней точке $\xi \in (0,l)$.
2. Опишите математическую модель упруго-сочлененной в точке $x = \xi \in (0,l)$ (с помощью пружины жесткости k) цепочки из двух струн. Концы цепочки жестко закреплены в точках 0 и 1.
3. Выпишите свойства функции влияния для задачи из вопроса 2.

Составитель _____  _____ М.Б. Зверева
(подпись)

25.06.2017г.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

Кафедра математического анализа

Комплекты заданий для контрольных работ
по дисциплине Вариационные методы в естествознании

Вариант 2.

1. Опишите математическую модель системы, состоящей из двух шарнирно-сочлененных в точке $\xi \in (0,1)$ стержней при наличии в точке ξ упругой опоры. Концы конструкции предполагаются шарнирно закрепленными (в точках $x=0$ и $x=1$).
2. Выведите дифференциальное уравнение, моделирующее деформации струны, помещенной в упругую среду.
3. Выпишите свойства функции влияния для задачи из вопроса 2.

Составитель _____



(подпись)

_____ М.Б. Зверева

25.06.2017г.
