

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

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
математического анализа
Шабров С.А.



13.05.2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.15 Вариационные методы в естествознании

- 1. Код и наименование направления подготовки:** 01.04.04 Прикладная математика
- 2. Профиль подготовки:** все профили
- 3. Квалификация выпускника:** Магистр
- 4. Форма обучения:** Очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** Кафедра математического анализа
- 6. Составители программы:**
Садчиков Павел Валерьевич, кандидат физико-математических наук, доцент
- 7. Рекомендована:** Научно-методическим советом математического факультета
Протокол № 0500-03 от 24.03.2022
- 8. Учебный год:** 2023/2024 **Семестр(-ы):** 3

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Целями освоения учебной дисциплины являются:

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

Задачи учебной дисциплины:

- овладение студентами основными математическими понятиями вариационных методов;
- 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 ОПОП:

Дисциплина «Вариационные методы в естествознании» относится к обязательной части Блока 1.

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) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК-1	Способен находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы прикладной и компьютерной математики	ОПК-1.1	Обладает фундаментальными знаниями и практическим опытом в формулировке и решении актуальных и значимых проблем прикладной и компьютерной математики	Знать: основные понятия и теоремы математического анализа, методы оптимизации, дифференциальные уравнения. Уметь: решать дифференциальные и интегральные уравнения. Владеть: методами оптимизации при решении задач для дифференциальных и интегральных уравнений
		ОПК-1.2	Умеет использовать их в профессиональной деятельности	Знать: методы исследования поведения решений классических задач математики Уметь: выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности.

			Владеть: математическим аппаратом для формализации, анализа и выработки решений.
	ОПК-1.3	Имеет навыки решения актуальных и значимых проблем прикладной и компьютерной математики	Знать: основные задачи прикладной и компьютерной математики Уметь: четко строить алгоритмы решений актуальных проблем с использованием математических программных пакетов Владеть: навыками делать выводы по полученным результатам компьютерного исследования

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.— 4 / 144 .

Форма промежуточной аттестации: **Зачет – 3 семестр**

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			3 семестр
Контактная работа		40	40
в том числе:	лекции	20	20
	практические	20	20
	лабораторные	-	-
	курсовая работа	-	-
Самостоятельная работа		104	104
Промежуточная аттестация		-	-
Итого:		144	144

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
1. Лекции			
1.1	Вариационные принципы	Вариационный принцип Ферма. Принцип Гамильтона-Лагранжа.	Курс: Вариационные методы в естественной копии 1 (vsu.ru)
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	Уравнения движения, вариационные принципы и законы сохранения в механике	Уравнения движения механической системы в форме Ньютона.	
1.7	Малые колебания струны	Получение уравнения малых колебаний струны. Формула Даламбера.	
2. Практические занятия			
2.1	Вариационные принципы	Вариационный принцип Ферма. Принцип Гамильтона-Лагранжа.	Курс: Вариационные методы в естествознании копия 1 (vsu.ru)
2.2	Задача о струне.	Получение краевой задачи о форме струны путем минимизации функционала потенциальной энергии.	
2.3	Задача о стержне	Получение краевой задачи о форме нейтральной линии стержня путем минимизации функционала потенциальной энергии.	
2.4	Функция влияния задачи о струне	Получение аксиоматики функции Грина из вариационных принципов.	
2.5	Функция влияния задачи о стержне	Получение аксиоматики функции Грина из вариационных принципов	
2.6	Уравнения движения, вариационные принципы и законы сохранения в механике	Уравнения движения механической системы в форме Ньютона.	
2.7	Малые колебания струны	Получение уравнения малых колебаний струны.	

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1	Вариационные принципы	4	2		14	20
2	Задача о струне.	2	4		16	22
3	Задача о стержне	2	2		14	18
4	Функция влияния задачи о струне	2	2		16	20
5	Функция влияния задачи о стержне	2	2		14	18
6	Уравнения движения, вариационные принципы и законы сохранения в механике	4	2		16	22
7	Малые колебания струны	4	6		14	24
	Итого:	20	20		104	144

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

В процессе преподавания дисциплины используются такие виды учебной работы, как лекции, практические занятия, а также различные виды самостоятельной работы обучающихся. На лекциях рассказывается теоретический материал, на практических занятиях решаются примеры по теоретическому материалу, прочитанному на лекциях.

При изучении курса «Вариационные методы в естествознании» обучающимся следует внимательно слушать и конспектировать материал, излагаемый на аудиторных занятиях. Для его понимания и качественного усвоения рекомендуется следующая последовательность действий.

1. После каждой лекции студентам рекомендуется подробно разобрать прочитанный теоретический материал, выучить все определения и формулировки теорем, разобрать примеры, решенные на лекции. Перед следующей лекцией обязательно повторить материал предыдущей лекции.

2. Перед практическим занятием обязательно повторить лекционный материал. После практического занятия еще раз разобрать решенные на этом занятии примеры, после чего приступить к выполнению домашнего задания. Если при решении примеров, заданных на дом, возникнут вопросы, обязательно задать преподавателю на следующем практическом занятии или в присутственный час.

3. При подготовке к практическим занятиям повторить основные понятия по темам, изучить примеры. Решая задачи, предварительно понять, какой теоретический материал нужно использовать. Наметить план решения, попробовать на его основе решить практические задачи.

4. Выбрать время для работы с литературой по дисциплине в библиотеке.

5. Использовать обычный курс в системе «Электронный университет».

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Хеннер В. К. Обыкновенные дифференциальные уравнения, вариационное исчисление, основы специальных функций и интегральных уравнений [Электронный ресурс] / Хеннер В. К., Белозерова Т. С., Хеннер М. В. — 1-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 320 с. — <URL: https://e.lanbook.com/book/96873 >.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Цлаф Л.Я. Вариационное исчисление и интегральные уравнения : практическое пособие / Л.Я. Цлаф. — Москва : б.и, 1966. — 176 с. — <URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=222234 >

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

№ п/п	Ресурс
1	http://eqworld.ipmnet.ru – интернет-портал, посвященный уравнениям и методам их решений
2	http://www.lib.vsu.ru - электронный каталог ЗНБ ВГУ
3	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
4	Электронный курс Курс: Вариационные методы в естествознании копия 1 (vsu.ru)

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы:

№ п/п	Источник
1	Покорный Ю.В. Вариационное исчисление : Учебно-методическое пособие для студентов : Специальность 010100 - Математика / Воронеж. гос. ун-т; Сост.: Ю.В. Покорный, В.Л. Прядиев, О.М. Пенкин. — Воронеж, 2003. — 23 с. — <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/mar04064.pdf >

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

Дисциплина может реализовываться с применением дистанционных образовательных технологий, например, на платформе «Электронный университет ВГУ» ([Курс: Вариационные методы в естествознании копия 1 \(vsu.ru\)](http://vsvu.ru)).

Перечень необходимого программного обеспечения: операционная система Windows или Linux, Microsoft, Windows Office, LibreOffice 5, *Calc*, *Math*, браузер Mozilla Firefox, Opera или Internet.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Специализированная мебель.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации (394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, пом. I)

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1	Вариационные принципы	ОПК-1	ОПК-1.1, ОПК-1.2. ОПК-1.3	опрос
2	Задача о струне.	ОПК-1	ОПК-1.1, ОПК-1.2. ОПК-1.3	опрос
3	Задача о стержне	ОПК-1	ОПК-1.1, ОПК-1.2. ОПК-1.3	опрос
4	Функция влияния задачи о струне	ОПК-1	ОПК-1.1, ОПК-1.2. ОПК-1.3	опрос
5	Функция влияния задачи о стержне	ОПК-1	ОПК-1.1, ОПК-1.2. ОПК-1.3	опрос
6	Уравнения движения, вариационные принципы и законы сохранения в механике	ОПК-1	ОПК-1.1, ОПК-1.2. ОПК-1.3	опрос
7	Малые колебания струны	ОПК-1	ОПК-1.1, ОПК-1.2. ОПК-1.3	Контрольная работа
Промежуточная аттестация Форма контроля - зачет				Перечень вопросов к зачету

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Примерный перечень задач для контрольных работ:

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.

Текущий контроль представляет собой проверку усвоения учебного материала теоретического и практического характера, регулярно осуществляемую на занятиях.

Цель текущего контроля: определение уровня сформированности профессиональных компетенций, знаний и навыков деятельности в области знаний, излагаемых в курсе.

Задачи текущего контроля: провести оценивание

1. уровня освоения теоретических и практических понятий, научных основ профессиональной деятельности;
2. степени готовности обучающегося применять теоретические и практические знания и профессионально значимую информацию, сформированности когнитивных умений.
3. приобретенных умений, профессионально значимых для профессиональной деятельности.

Текущий контроль предназначен для проверки хода и качества формирования компетенций, стимулирования учебной работы обучающихся и совершенствования методики освоения новых знаний. Он обеспечивается проведением контрольной работы.

В ходе контрольной работы обучающемуся выдается КИМ с практическим перечнем из двух заданий и предлагается решить данные задания. В ходе выполнения заданий можно пользоваться любой литературой, ограничение по времени 90 минут.

Если текущая аттестация проводится в дистанционном формате, то обучающийся должен иметь компьютер и доступ в систему «Электронный университет». Если у обучающегося отсутствует необходимое оборудование или доступ в систему, то он обязан сообщить преподавателю об этом за 2 рабочих дня. На контрольную работу в дистанционном режиме отводится ограничение по времени 90 минут.

При текущем контроле уровень освоения учебной дисциплины и степень сформированности компетенции определяются оценками «зачтено», «не зачтено», которые формируются следующим образом:

Контрольная работа – «зачтено» за одну правильно решенную задачу и одну решенную с недочетами, «не зачтено» за одну правильно решенную задачу.

20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Примерный 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.

Промежуточная аттестация предназначена для определения уровня освоения всего объема учебной дисциплины. Промежуточная аттестация по дисциплине «Вариационные методы в естествознании» проводится в форме зачета.

При промежуточной аттестации уровень освоения учебной дисциплины и степень сформированности компетенции определяются оценками **«зачтено»** и **«не зачтено»**, которые формируются следующим образом:

Критерии оценивания компетенций	Шкала оценок
<p>«Зачтено» выставляется студенту, который прочно усвоил предусмотренный программный материал; правильно, аргументировано ответил на все вопросы, с приведением примеров; показал глубокие систематизированные знания, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников: теорию связывает с практикой, другими темами данного курса, других изучаемых предметов; без ошибок выполнил практическое задание.</p> <p>Обязательным условием выставленной оценки является правильное решение предложенных примеров (60%) Дополнительным условием получения оценки «зачтено» могут стать хорошие успехи при выполнении контрольной работы, систематическая активная работа на лекционных и практических занятиях.</p>	«зачтено»
<p>«Не зачтено» Выставляется студенту, который не справился с 50% вопросов и заданий билета, в ответах на другие вопросы допустил существенные ошибки. Не может ответить на дополнительные вопросы, предложенные преподавателем.</p>	«Не зачтено»