

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ
И.о. заведующего кафедрой
математического анализа
Шабров С.А.



01.07.2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.03.01. Управление колебаниями упругих систем
Код и наименование дисциплины в соответствии с Учебным планом

- 1. Шифр и наименование направления подготовки/специальности:**
02.04.01 Математика и компьютерные науки
- 2. Профиль подготовки/специализации:** Математический анализ и приложения
- 3. Квалификация (степень) выпускника:** Магистр
- 4. Форма образования:** Очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** Кафедра математического анализа
- 6. Составители программы:**
Зубова Светлана Петровна, доктор физ.-мат. наук, доцент
(*ФИО, ученая степень, ученое звание*)
- 7. Рекомендована:** Научно-методическим Советом математического факультета протокол № 0500-07 от 29.06.2021
(*наименование рекомендующей структуры, дата, номер протокола*)
- 8. Учебный год:** 2022/ 2023 **Семестр:** 4

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Цели изучения дисциплины:

- овладение конкретными математическими знаниями, классическими и современными методами исследования, необходимыми для применения в практической и научной деятельности, для изучения смежных дисциплин;
- интеллектуальное развитие студентов;
- совершенствование математического образования.

Задачи изучения дисциплины:

- обеспечить прочное и сознательное овладение студентами системой математических знаний, умение применить их при решении задач естествознания;
- сформировать устойчивый интерес к предмету, выявить и развить математические способности, ориентация на профессию.

10. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП: учебная дисциплина «Управление колебаний упругих систем» относится к части формируемой участниками образовательных отношений Блока 1.

Специальный курс «Управление колебаниями упругих систем» является логическим продолжением преподавания предметов: «Алгебра», «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения», «Функциональный анализ» (бакалавриат). Он осуществляет разумный баланс между общеобразовательным содержанием подготовки магистра и его дальнейшей профессиональной направленностью, что, несомненно, повышает профессиональное самоопределение учащегося, уровень его социальной адаптации.

Обучение этим методам обусловлено широким спектром применения для решения научных и технических проблем.

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 ПК-1.1 ПК-1.2	Способен проводить работы по сбору, обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований в области математического моделирования физических и экономических процессов методами математического анализа, а также реализовывать	Знать: основные положения теории управления физическим процессом. Уметь: строить математические модели физических колебательных процессов. Владеть: навыками построения управляющих воздействий на систему для получения заданного результата.

	соответствующие программные алгоритмы	
ПК-2 ПК-2.2	Способен анализировать, систематизировать и обобщать передовой отечественный и международный опыт в области математического и компьютерного моделирования различных процессов	Знать: основные способы постановки задач, не укладывающихся в рамки детерминированных конструкций. Уметь: применять полученную теоретическую базу для решения конкретных задач управления колебательными процессами в упругих системах. Владеть: различными методами построения управляющих воздействий на упругую систему.
ПК-3 ПК-3.3	Способен осуществлять разработки планов и методических программ проведения исследований и разработок	Знать: основные положения разработки планов исследования вопросов управления физическим процессом. Уметь: разрабатывать методику исследований физических колебательных процессов. Владеть: навыками исследований различных моделей колебательных процессов.

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах (в соответствии с учебным планом) — 72 / 2.

Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен) зачет

13. Виды учебной работы

Виды учебной работы	Трудоемкость				
	Всего	По семестрам			
		№ семестра 4	№ семестра	№ семестра	№ семестра
Аудиторные занятия	20	20			
В том числе: лекции	10	10			
практические	-	-			
лабораторные	10	10			
Самостоятельная работа	52	52			

Контроль					
Форма промежуточной аттестации (зачет – час./экзамен – _____ час.)					
Итого:	72	72			

13.1. Содержание разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
	1. Лекции	
01	Примеры упругих систем	Упругая конечная струна, полубесконечная струна. Упругий стержень. Электрический ток в проводах и др.
02	Математические модели упругих систем	Уравнение поперечных и продольных колебаний струны. Телеграфное уравнение и др.
03	Условия однозначности физического процесса. Начальные и граничные условия.	Начальное положение объекта. Начальная скорость. Жёсткое закрепление на концах. Заданное движение на концах объекта. Прочие условия.
04	Задача управления начальным положением струны для погашения колебаний.	Физическая постановка задачи. Математическая модель задачи. Исследование Математической модели. Результаты акад. В.А. Ильина.
05	Задача управления внешней силой, воздействующей на упругую систему, для достижения в определённый момент времени заданного положения	Физическая постановка задачи. Математическая модель задачи. Нахождение внешней силы, воздействующей на объект, для достижения поставленной цели.

2. Практические		
1	Примеры упругих систем	Закон Гука. Второй закон Ньютона. Физический смысл параметров упругой системы
2	Математические модели упругих систем	Уравнение поперечных и продольных колебаний струны. Телеграфное уравнение и др.
3	Условия однозначности физического процесса. Начальные и граничные условия.	Работа с краевыми и начальными условиями. Составление моделей различных задач для упругих систем.
4	Задача управления начальным положением струны для погашения колебаний.	Нахождение начального положения струны, влекущего погашение колебаний.
5	Задача управления внешней силой, действующей на упругую систему, для достижения в определённый момент времени заданного положения	Нахождение внешней силы, действующей на упругую систему, для достижения заданного состояния объекта.

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины				
		Лекции	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
01	Примеры упругих систем	2	2	10	14
02	Математические модели упругих систем	2	2	10	14
03	Условия однозначности физического процесса. Начальные	2	2	10	14

	и граничные условия.				
04	Задача управления начальным положением струны для погашения колебаний.	2	2	10	14
05	Задача управления внешней силой, воздействующей на упругую систему, для достижения в определённый момент времени заданного положения	2	2	12	16
	Итого	10	10	52	72

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.)

В процессе преподавания дисциплины используются следующие виды учебной работы: 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 «Управление колебаниями упругих систем» 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.. После практического занятия еще раз разобрать решенные на этом занятии примеры, после чего приступить к выполнению домашнего задания. Решая задачи, предварительно понять, какой теоретический материал нужно использовать. Наметить план решения, попробовать на его основе решить практические задачи. Если при решении примеров, заданных на дом, возникнут вопросы, обязательно задать на следующем практическом занятии или в присутственный час преподавателю.
3. Выбрать время для работы с литературой по дисциплине в библиотеке или в электронной базе.

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	Аттетков А.В. Методы оптимизации : учебное пособие : [для студ. высш. учеб. заведений] / А.В. Аттетков, В.С. Зарубин, А.Н. Канатников . — Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2013 .
2	Васильев Ф.П. Методы оптимизации : [учебник для студ. вузов, обуч. по специальности ВПО 010501 "Прикладная математика и информатика"] : [в 2 ч.] / Ф.П. Васильев.— Москва : Изд-во МЦНМО, 2011
3	Тихонов А.Н. Уравнения математической физики : учеб. для студ. физ.-мат.специальностей ун-тов / А.Н. Тихонов, А.А. Самарский. — М. : Изд-во МГУ, 2004 . — 798 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4	Избранные труды В.А. Ильина: В 2-х томах: Том 2. -- М.:МАКС Пресс, 2008. - 692 с.
5	Аттетков А.В. Методы оптимизации / А.В. Аттетков, С.В. Галкин, В.С. Зарубин. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. – 439 с.
6	Знаменская Л.Н. Управление упругими колебаниями / Л.Н. Знаменская. — М. : Физматлит, 2004. — 175 с.
7	Самарский А.А. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры / А.А. Самарский, А.П. Михайлов. – М.:Физматлит, 2001.

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

№ п/п	Источник
8	Дорф Р. <i>Современные системы управления</i> / Р. Дорф, Бишоп. – http://www.twirpx.com/file/21901/
9	Электронный каталог Научной библиотеки Воронежского государственного университета –(http://www.lib.vsu.ru) <i>Google, Yandex, Rambler</i>

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

(учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

№ п/п	Источник
1	<i>Некоторые вопросы колебаний струны .Учебно-методическое пособие для вузов/ сост. М.Б. Зверева и др. – Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2013. – 50 с.</i>
2	<i>Решение задач для динамических систем управления. Учебно-методическое пособие / Сост.: С.П. Зубова. Воронеж, Издательский дом ВГУ, 2016. 1 п.л.</i>

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости) Дисциплина может реализовываться с применением дистанционных образовательных технологий, например, на платформе «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=3460>).

Перечень программного обеспечения:

Microsoft Windows 7 Enterprise, Microsoft Windows Server 2008, Microsoft Visual Studio, Microsoft SQL Server Express, Microsoft Visual C++, Microsoft Web Deploy, MySQL Connector Net, DrWeb, Symantec Desktop Email Encryption Powered Technology 10.4, Lazarus, Java 8, NetBeans IDE, VMware Player, Python 2/3, LibreOffice 5 (*Writer (текстовый процессор), Calc (электронные таблицы), Impress (презентации), Draw (векторная графика), Base (база данных), Math (редактор формул)*), Gimp, MiKTeX, TeXstudio, Denwer, 1С: Предприятие 8 (*учебная версия*), Maxima, Total Commander, WinDjView, Foxit Reader, 7-Zip, Mozilla Firefox, BarsicLaz

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

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

1. Типовое оборудование учебной аудитории.
2. Зональная научная библиотека, электронный каталог Научной библиотеки ВГУ (<http://www.lib.vsu.ru>)

19. Фонд оценочных средств

19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования планируемых результатов обучения

В графе «ФОС» в обязательном порядке перечисляются оценочные средства текущей и промежуточной аттестаций.

Код и содержание компетенции и (или ее части)	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)
ПК-1 ПК-1.1 ПК-1.2	Знать: основные положения теории управления физическим процессом	01-05	Тест №1 Тест №2
	Уметь: строить математические модели физических колебательных процессов	01-05	Тест №1 Тест №2
	Владеть: навыками построения управляющих воздействий на систему для получения заданного результата.	01-05	Тест №1 Тест №2
ПК-2 ПК-2.2	Знать: основные способы постановки задач не укладывающихся в рамки детерминированных конструкций	01-05	Тест №1 Тест №2
	Уметь: применять полученную теоретическую базу для решения конкретных задач управления колебательными процессами в упругих системах.	01-05	Тест №1 Тест №2
	Владеть: различными методами построения управляющих воздействий на упругую систему.	01-05	Тест №1 Тест №2 Вопросы к экзамену КИМ(экзамен)
ПК-3 ПК-3.3	Знать: основные положения разработки планов исследования вопросов управления физическим процессом.	01-05	Тест №1 Тест №2 Вопросы к экзамену КИМ(экзамен)

	Уметь: разрабатывать методику исследований физических колебательных процессов.	01-05	Тест №1 Тест №2 Вопросы к экзамену КИМ(экзамен)
	Владеть: навыками исследований различных моделей колебательных процессов.	01-05	Тест №1 Тест №2 Вопросы к экзамену КИМ(экзамен)
Промежуточная аттестация		Комплект КИМ (экзамен)	

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

Для оценивания результатов обучения на экзамене используются следующие показатели:

- знание основных положений теории управления колебательными процессами, основные постановки задач для уравнений, описывающих управляемые объекты, общие формы и закономерности процессов, изучаемых в теории управления упругими системами;
- умение применять методы теории управления, корректно поставить задачу для управления моделируемым объектом, применять общие формы и закономерности теории управления к исследованию поставленных задач;
- владение навыками исследования задач для систем управления колебательными системами, методами моделирования различных процессов, подлежащих управлению.

Для оценивания результатов обучения на экзамене используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Прочное усвоение предусмотренного программой материала; правильные аргументированные ответы на	Повышенный уровень	«Отлично»

<p>все вопросы с приведением примеров. Обучающийся владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников: теорию связывает с практикой, другими темами данного курса, других изучаемых предметов. Обязательным условием выставленной оценки является правильное решение предложенных примеров.</p>		
<p>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует одному (двум) из перечисленных показателей. Но испытуемый способен решать достаточно сложные задачи управления динамическими системами. Дополнительным условием получения оценки «хорошо» могут стать хорошие успехи при выполнении самостоятельной и контрольной работы, систематическая активная работа на лекционных и практических занятиях.</p>	<p>Базовый уровень</p>	<p>«Хорошо»</p>
<p>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует двум (трем) из перечисленных показателей. Испытуемый дает неполные ответы на дополнительные вопросы.</p>	<p>Пороговый уровень</p>	<p>«Удовлетворительно»</p>
<p>Студент 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>	<p>-</p>	<p>«Неудовлетворительно»</p>

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 экзамену:

1. Примеры упругих систем.
2. Уравнение поперечных и продольных колебаний струны.
3. Телеграфное уравнение.
4. Начальное положение объекта. Начальная скорость.
5. Жёсткое закрепление на концах упругого объекта. Заданное движение на концах объекта.
6. Модели различных задач для упругих систем.
7. Нахождение начального положения струны, влекущего погашение колебаний.
8. Нахождение внешней силы, действующей на объект, для достижения поставленной цели.

19.3.2 Тест №1

1. Найти внешнюю управляющую силу, под воздействием которой конечная струна в заданный момент времени принимает заданное положение.
2. Составить математическую модель поперечных колебаний упругой конечной струны, закреплённой на концах, с заданным начальным положением и заданной скоростью.

Тест №2

1. Найти внешнюю управляющую силу, под воздействием которой положение конечной струны стремится со временем к нулевому.

2. Составить математические модели продольных колебаний упругого стержня с различными условиями на концах, с заданным начальным положением и заданной скоростью.

КИМ (экзамен)

КИМ № 1

Теория:

1. Жёсткое закрепление на концах упругого объекта. Заданное движение на концах объекта.

Практика:

2. Найти внешнюю управляющую силу, под воздействием которой положение конечной струны стремится со временем к нулевому.

КИМ № 2

Теория:

1. Нахождение начального положения струны, влекущего погашение колебаний.

Практика:

2. Составить математическую модель поперечных колебаний упругой конечной струны, закреплённой на концах, с заданным начальным положением и заданной скоростью.

КИМ № 3

Теория:

1. Нахождение внешней силы, воздействующей на объект, для достижения поставленной цели.

Практика:

2. Составить математические модели продольных колебаний упругого стержня с различными условиями на концах, с заданным начальным положением и заданной скоростью.

КИМ № 4

Теория:

1. Начальное положение упругой системы. Начальная скорость.

Практика:

2. Найти внешнюю управляющую силу, под воздействием которой конечная струна в заданный момент времени принимает заданное положение.

19.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Текущий контроль это одна из составляющих оценки качества освоения образовательных программ, направленный на проверку знаний, умений и навыков обучающихся. Текущий контроль осуществляется по ходу обучения и дает возможность определить степень сформированности знаний, умений, навыков, а также их глубину и прочность.

Цель текущего контроля:

обеспечение оперативной обратной связи и определение фактического уровня знаний, умений и навыков обучающихся по дисциплине «Управление колебаниями упругих систем» в процессе обучения.

Задачи текущего контроля:

- повышение качества и прочности знаний студентов;
- приобретение и развитие навыков самостоятельной работы;
- повышение академической активности студентов;
- обеспечение оперативного управления учебной деятельностью в течение семестра.

Текущий контроль проводится в течение семестра по итогам выполнения контрольной работы, участия в практических занятиях, участия в опросах, подготовке докладов и т.д. Текущий контроль успеваемости студентов является постоянным, осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы (формы и виды текущего контроля успеваемости студентов определяются учебными планами).

По курсу «Управление колебаниями упругих систем» планируются следующие виды текущего контроля: устный опрос, контрольная работа, доклады обучающимися на практических занятиях.

В ходе контрольной работы обучающемуся выдается КИМ с теоретическими и практическими заданиями и задается 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.

При организации текущего контроля уровень освоения учебной дисциплины и степень сформированности компетенций могут быть определены как среднее по результатам контрольной работы, устных ответов и докладов. Контрольная работа оценивается по пятибалльной системе. Оценка в баллах сохраняется для дальнейшего учета при формировании оценки в конце семестра.

Промежуточная аттестация это определение и оценка уровня знаний студента за определенный период обучения. Кроме оценки уровня знаний процедура аттестации предполагает на основе анализа текущей успеваемости и отношения к учебной работе оценку ряда личных качеств обучающегося.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Управление колебаниями упругих систем» проводится в форме экзамена.

Промежуточная аттестация, как правило, осуществляется в конце семестра. Результаты текущей аттестации обучающегося учитываются при проведении промежуточной аттестации. При несогласии студента с результатами текущей аттестации ему дается возможность пройти промежуточную аттестацию на общих основаниях.

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме устного опроса, выполнения практико-ориентированных заданий.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и практическое задание, позволяющее оценить степень сформированности умений и/или навыков решения задач. При оценивании используются количественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.