

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

**УТВЕРЖДАЮ**  
Заведующий кафедрой САиУ

*Курбатов*

Курбатов В.Г.  
23.03.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.В.03 Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление

**1. Шифр и наименование направления подготовки/специальности:** 01.06.01  
Математика и механика

**2. Профиль подготовки / специализации / аспирантская программа:**  
Профиль Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление

**3. Квалификация (степень) выпускника:**  
исследователь, преподаватель-исследователь

**4. Форма обучения:** очная

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** кафедра Системного анализа и управления

**6. Составитель программы:** д.ф.-м.н., профессор *Курбатов В.Г.*

**7. Рекомендована:** Научно-методическим советом факультета прикладной математики, информатики и механики (протокол №5 от 22.03.2024)

**8. Учебный год:** 2024/2025                      **Семестр(-ы):** 7

**9. Цели и задачи учебной дисциплины:**

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

Основная задача – обеспечить прочное и сознательное овладение системой математических знаний, умение применить их при решении задач естествознания, формирование устойчивого интереса к предмету, развитие математических способностей, ориентации на профессию.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** относится к Блоку 1 «Дисциплины» учебного плана аспирантов и входит в вариативную часть.

**11. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОПК-1	Способностью самостоятельно	<b>Знать :</b> Современные методы исследования и информационно-

	осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий.	коммуникационных технологий. <b>Уметь :</b> Самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность. <b>владеть :</b> основами преподавательской деятельности.
ОПК-2	Готовностью к преподавательской деятельности по основным программам высшего образования.	<b>Знать :</b> Современные методы исследования и информационно-коммуникационных технологий. <b>Уметь :</b> Самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность. <b>владеть :</b> основами преподавательской деятельности.
УК-1	Способностью к критическому анализу и оценке современных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.	<b>Знать :</b> Современные научные достижения в области динамических систем. <b>Уметь :</b> Использовать современные методы и технологии научной коммуникации, планировать и решать задачи собственного профессионального и личного развития.
УК-3	Готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач.	<b>Знать</b> традиции организации и проведения научных конференций <b>уметь</b> сжато и понятно излагать основное содержание научного исследования. <b>владеть (навыки)</b> навыками выступления перед научной аудиторией.
УК-4	Готовностью использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках.	<b>Уметь :</b> Применять методы и идеи дисциплины. <b>владеть :</b> навыками применения полученных знаний в учебной и научной деятельности.
УК-5	Способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личного развития.	<b>Знать :</b> Знание основ теории. <b>Уметь :</b> Применять методы и идеи дисциплины. <b>владеть :</b> навыками применения полученных знаний в учебной и научной деятельности.
ПК-3	Способность к научно-исследовательской деятельности в области фундаментальной и/ или прикладной математики, в частности, в областях	<b>Знать :</b> Особенности научно-исследовательской деятельности в области фундаментальной и/ или прикладной математики. <b>Уметь :</b> Создавать новые методы и идеи и улучшать старые.

	дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального уравнения	<b>владеть :</b> навыками применения полученных знаний в и научной деятельности.
ПК-4	Способность исследовать универсальные математические закономерности, лежащие в основе моделей случайных явлений и прилагать эти закономерности к изучению свойств конкретных вероятностных моделей.	<b>Знать :</b> Теорию дифференциальных уравнений и динамических систем <b>Уметь :</b> Использовать теорию дифференциальных уравнений и динамических систем <b>владеть :</b> навыками научно-исследовательской работы.
ПК-5	Способность писать научные статьи высокого качества	<b>Знать :</b> Принципы организации научного исследования с использованием современных знаний о природе и средств вычислительной техники <b>Уметь :</b> Излагать математические рассуждения в логически последовательной форме <b>владеть :</b> навыками написания научных публикаций.
ПК-6	Способность к преподаванию математических дисциплин и учебно-методической работе по областям профессиональной деятельности.	<b>Знать :</b> Преподаваемый материал. <b>Уметь :</b> Поддерживать контакт со студенческой аудиторией. <b>владеть :</b> навыками организации разного рода занятий (лекций, практических и лабораторных занятий).
ПК-7	Способность делать научные доклады высокого уровня на российских и международных конференциях.	<b>Знать :</b> Традиции организации и проведения научных конференций. <b>Уметь :</b> Сжато и понятно излагать основное содержание научного исследования. <b>владеть :</b> навыками выступлений перед научной аудиторией.

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом – 4/36.**

**Форма промежуточной аттестации – экзамен.**

**13. Виды учебной работы:**

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)	
	Всего	По семестрам
		7 семестр
Лекции	<b>4</b>	<b>4</b>
Индивидуальные занятия (ИЗ)	<b>18</b>	<b>18</b>
Самостоятельная работа	<b>90</b>	<b>90</b>
Экзамен	<b>36</b>	<b>36</b>
Итого:	<b>144</b>	<b>144</b>

Форма промежуточной	экзамен	экзамен
---------------------	---------	---------

### 13.1 Содержание разделов дисциплины:

**Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:** Новые качественные результаты теории обыкновенных дифференциальных уравнений. Новые разделы теории динамических систем. Новые результаты теории оптимального управления.

№	Наименование раздела	Содержание раздела дисциплины
1	Дифференциальные уравнения и динамические системы	Новые качественные результаты теории обыкновенных дифференциальных уравнений и теории динамических систем.
2	Оптимальное управление	Новые результаты теории оптимального управления.

### 13.2 Разделы дисциплины и виды занятий:

№ п/п	Наименование раздела	Виды занятий (часов)		
		Лекции	Индивид. зан.	Самостоятельная работа
1	Дифференциальные уравнения и динамические системы	2	9	45
2	Оптимальное управление	2	9	45
	Итого:	4	18	90

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

Самостоятельная работа аспирантов подразумевает изучение теоретического материала и написание реферата в соответствии с комментариями преподавателя в рамках индивидуальных занятий.

При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения выполнять все указания преподавателей по работе на LMS-платформе, своевременно подключаться к online-занятиям, соблюдать рекомендации по организации самостоятельной работы.

### 15. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Романко В.К. Курс дифференциальных уравнений и вариационного исчисления // В.К. Романко – М.: Лаборатория знаний, 2022. – 346 с.
2	Иоффе А.Д. Теория экстремальных задач. А.Д. Иоффе, В.М. Тихомиров. – М.: Лань, 2022. – 480 с.

б) дополнительная литература:

1	Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений: учебное пособие / И.Г. Петровский. – М.: Изд-во МГУ, 1984.
2	Прасолов А.В. Динамические модели с запаздыванием и их приложения в экономике и инженерии // А.В. Прасолов – М.: Лань, 2010. – 192 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
1	www.lib.vsu.ru — Зональная научная библиотека ВГУ.

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы:**

Изучение материала дисциплины осуществляется на основе консультаций с преподавателем и использования рекомендуемой литературы.

**17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы:**

При изучении материала дисциплины обучающиеся, при необходимости, используют сеть Интернет, а также электронно-библиотечные системы, зарегистрированные на сайте Зональной научной библиотеки ВГУ.

Дисциплина реализуется с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Для организации занятий рекомендуются Интернет-ресурсы, приведенные в п.15в

**18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

Компьютерный класс с доступом в Интернет.

**19. Фонд оценочных средств:**

Экзамен проводится в форме собеседования по реферату и связанным с ним вопросам теории. Специальный фонд оценочных средств не требуется.

Код и содержание компетенции (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)
ОПК-1, ОПК-2	Знать: Современные методы исследования и информационно-коммуникационных технологии.	Консультации и собеседование по реферату	Собеседование по реферату
	Уметь: Самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность.	Консультации и собеседование по реферату	
УК-1; УК-5; УК-3; УК-4	Знать: область профессиональной деятельности	Консультации и собеседование по реферату	Собеседование по реферату
	Уметь: разрабатывать новые методы исследования	Консультации и собеседование по реферату	
	Владеть: стандартными методами исследования.	Консультации и собеседование по реферату	
ПК-3; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7	Знать: Принципы организации научного исследования с использованием современных знаний о природе и средств вычислительной техники.	Консультации и собеседование по реферату	Собеседование по реферату
	Уметь: Сжато и понятно излагать основное содержание научного исследования.	Консультации и собеседование по реферату	
	Владеть: навыками научно-исследовательской работы.	Консультации и собеседование по реферату	
<b>Промежуточная аттестация</b>			<b>Экзамен</b>

## 19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций при промежуточной аттестации

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Сформированные системные знания методологии теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности и умение их применять при проведении собственного научного исследования.	Повышенный	отлично
Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания методологии теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности; умение их применять при проведении собственного научного исследования.	Базовый	хорошо
Общие, но не структурированные знания методологии теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности; наличие погрешностей в их применении при проведении собственного научного исследования.	Пороговый	удовлетворительно
Фрагментарные знания методологии теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности; неумение их применять при проведении собственного научного исследования.	-	неудовлетворительно

## 19.3 Перечень возможных тем для рефератов (приветствуется согласование темы с научным руководителем)

1. Оптимальное управление линейными динамическими системами.
2. Принцип максимума Понтрягина.
3. Критерии асимптотической устойчивости.
4. Дискретные задачи оптимального управления.
5. Пример динамической системы из своей предметной области.
6. Пример задачи оптимального управления из своей предметной области.

## 19.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением П ВГУ 2.1.07 – 2018 «О промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования».

Экзамен проводится в форме собеседования по реферату на заранее выбранную тему. По возможности тема выбирается по согласованию с научным руководителем и связана с темой диссертационного исследования.

При оценивании используется шкала, которая приведена выше.