

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

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
функционального анализа  
и операторных уравнений



Каменский М.И.

подпись, расшифровка подписи

11.04.2024г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.11 Приложения обыкновенных дифференциальных уравнений

1. Код и наименование направления подготовки: 01.04.01 математика
2. Профиль подготовки: Математические модели гидродинамики
3. Квалификация выпускника: магистр
4. Форма обучения: очная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: функционального анализа и операторных уравнений
6. Составители программы: Каменский Михаил Игоревич, д.ф.-м.н., профессор - математический факультет, кафедра функционального анализа и операторных уравнений
7. Рекомендована: научно-методическим советом математического факультета, протокол от 28.03.2024 Протокол № 0500-03
8. Учебный год: 2024/2025                      Семестр(ы): 2

**9. Цели и задачи учебной дисциплины:** Целью курса является изложение вопросов теории обыкновенных дифференциальных уравнений, связанных с зависимостью решений ОДУ от параметров.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** дисциплина «Приложения обыкновенных дифференциальных уравнений» является основной дисциплиной блока Б1.

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

Код	Название компетенции	Код	Индикатор	Планируемые результаты обучения
ОПК-2	Способен строить и анализировать математические модели в современном естествознании, технике, экономике и управлении	ОПК-2.1	Владеет навыками создания и исследования новых математических	<p>знать: основные понятия и теоремы из используемой теории обыкновенных дифференциальных уравнений; основы математического моделирования с использованием дифференциальных уравнений</p> <p>уметь: применять математический аппарат для построения и исследования математических моделей физических явлений и процессов</p> <p>владеть (иметь навык(и)): навыками использования математического аппарата дифференциальных уравнений для решения задач в сфере профессиональной применения качественного анализа решений</p>
		ОПК-2.2	Умеет использовать их в профессиональной деятельности	<p>знать: основные понятия и теоремы теории ОДУ</p> <p>уметь: корректно применять аппарат ОДУ для исследования свойств решений</p>
		ОПК-2.3	Имеет практический опыт создания и исследования подобных математических моделей и разработки теорий и методов для их описания	<p>знать: основные понятия курса;</p> <p>уметь: выбрать ранее изученные факты для формирования гипотезы;</p> <p>владеть: навыком</p>

				анализа гипотезы и оценки области её применения.
--	--	--	--	--

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

Форма промежуточной аттестации *зачет с оценкой*

## 13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		№ семестра	№ семестра 2	...
Аудиторные занятия	42		42	
в том числе: лекции	14		14	
практические	28		28	
лабораторные				
Самостоятельная работа	102		102	
Форма промежуточной аттестации (зачет – 0 час. / экзамен – __ час.)	зачет		зачет	
Итого:	144		144	

### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
<b>1. Лекции</b>			
1.1	Операторные уравнения, зависящие от параметра	Принцип сжимающих отображений. Зависимость от параметра неподвижных точек сжимающих отображений	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=16283
1.2	Начальная задача	Непрерывность по параметру в случае непрерывности по параметру правых частей ОДУ. Интегральная непрерывность правых частей и теоремы о непрерывности по параметру в этом случае. Непрерывность по мере	
1.3	Задача о периодических решениях.	Интегральный оператор и условия сжатия. Непрерывная зависимость периодических решений по параметру.	
<b>2. Практические занятия</b>			
2.1	Операторные уравнения, зависящие от параметра	Эквивалентные нормы и сжимающие отображения	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=16283
2.2	Начальная задача	Примеры непрерывности по параметру правых частей ОДУ. Примеры интегральной непрерывности правых частей и теоремы о непрерывности по параметру в этом случае. Непрерывность по мере	
2.3	Задача о периодических решениях.	Матричная экспонента и условия, обеспечивающие построение интегрального оператора в задаче о периодических решениях	

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1	Операторные уравнения, зависящие от параметра	6	10		28	44
2	Начальная задача	4	8		38	50
3	Задача о периодических решениях.	4	10		36	50
	Итого:	14	28		102	144

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

Освоение дисциплины предполагает не только обязательное посещение обучающимся аудиторных занятий и активную работу во время занятий, но и самостоятельную учебную деятельность, на которую отводится 102 часа.

Самостоятельная учебная деятельность студентов по данной дисциплине предполагает выполнение следующих заданий:

- 1) самостоятельное изучение учебных материалов по разделам 1–3 с использованием основной и дополнительной литературы, информационно-справочных и поисковых систем;
- 2) подготовку к текущим аттестациям: выполнение домашних заданий, самостоятельное освоение понятийного аппарата по каждой теме.

Вопросы лекционных и практических занятий обсуждаются на занятиях в виде устного опроса – индивидуального и фронтального. При подготовке к лекционным и практическим занятиям, обучающимся важно помнить, что их задача, отвечая на основные вопросы плана занятия и дополнительные вопросы преподавателя, показать свои знания и кругозор, умение логически построить ответ, владение математическим аппаратом и иные коммуникативные навыки, умение отстаивать свою профессиональную позицию. В ходе устного опроса выявляются детали, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными студентами в ходе учебных занятий. Тем самым опрос выполняет важнейшие обучающую, развивающую и корректирующую функции, позволяет студентам учесть недоработки и избежать их при подготовке к промежуточным аттестациям.

### 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	<a href="#">Боровских А. В.</a> Лекции по обыкновенным дифференциальным уравнениям / А.В. Боровских, А.И. Перов. — М. ; Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика : Институт компьютерных исследований, 2004. — 540 с.
2	<a href="#">Петровский И. Г.</a> Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений : Учебник для студ. мех.-мат. специальностей ун-тов / И.Г. Петровский ; Под ред. А.Д. Мышкиса, О.А. Олейника. — М. : Изд-во Моск. ун-та, 1984. — 295 с.
3	<a href="#">Филиппов А. Ф.</a> Сборник задач по дифференциальным уравнениям / А.Ф. Филиппов. — М. ; Ижевск : РХД, 2000. — 174 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1.	<a href="#">Петровский И. Г.</a> Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений : Учебник для студ. мех.-мат. специальностей ун-тов / И.Г. Петровский ; Под ред. А.Д. Мышкиса, О.А. Олейника. — М. : Изд-во Моск. ун-та, 1984. — 295 с.
2.	<a href="#">Красносельский М. А.</a> Оператор сдвига по траекториям дифференциальных уравнений / М.А. Красносельский. — М. : Наука, 1966. — 331 с
3.	<a href="#">Понтрягин Л. С.</a> Обыкновенные дифференциальные уравнения : учебник для студ. мат. спец. ун-тов / Л.С. Понтрягин. — 5-е изд. — М. : Наука, 1982. — 331 с

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

№ п/п	Ресурс
1.	<a href="#">М.И.Каменский.Первая и вторая теоремы Н.Н. Боголюбова – Н.М. Крылова в принципе усреднения, ВГУ, 1998, уч.пособие 919. Файл pdf в библиотеке КФА, ауд. 225.</a>

2.	Ахмеров Р.Р., Садовский Б.Н. Очерки по ОДУ <URL: <a href="http://www.nsc.ru/rus/textbooks/akhmerov/ode/index.html">http://www.nsc.ru/rus/textbooks/akhmerov/ode/index.html</a> >.
3.	Прядко И.Н., Садовский Б.Н. Дифференциальные уравнения (конспект лекций). Части 1,2. <URL: <a href="http://bsadovskiy.ru/include/1/1-21-2.pdf?1350578321">http://bsadovskiy.ru/include/1/1-21-2.pdf?1350578321</a> >.
4.	Прядко И.Н., Садовский Б.Н. Дифференциальные уравнения (конспект лекций). Часть 3. <URL: <a href="http://bsadovskiy.ru/include/1/1-21-4.pdf?1354434688">http://bsadovskiy.ru/include/1/1-21-4.pdf?1354434688</a> >.

## 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	<b>Арнольд В. И.</b> Дополнительные главы теории обыкновенных дифференциальных уравнений : Учеб.пособие для физико-мат. спец. вузов / В. И. Арнольд. — М. : Наука: Физматлит, 1978. — 304 с
2	<b>Красносельский М. А.</b> Оператор сдвига по траекториям дифференциальных уравнений / М.А. Красносельский. — М. : Наука, 1966. — 331 с
3	<b>Понтрягин Л. С.</b> Обыкновенные дифференциальные уравнения : учебник для студ. мат. спец. ун-тов / Л.С. Понтрягин. — 5-е изд. — М. : Наука, 1982. — 331 с
4	<b>Тихонов А. Н.</b> Дифференциальные уравнения : Учебник для студ. вузов, обуч. по спец. "Физика" и "Прикладная математика" / А. Н. Тихонов, А. Б. Васильева, А. Г. Свешников. — 3-е изд. — М. : Наука : Физматлит, 1998. — 231 с.

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

При реализации дисциплины используются следующие образовательные технологии: логическое построение дисциплины, установление межпредметных связей, обозначение теоретического и практического компонентов в учебном материале, актуализация личного и учебно-профессионального опыта обучающихся, включение элементов дистанционных образовательных технологий.

В части освоения материала лекционных и практических занятий, самостоятельной работы по отдельным разделам дисциплины, прохождения текущей и промежуточной аттестации может применяться электронное обучение и дистанционные образовательные технологии, в частности, электронный курс на портале «Электронный университет ВГУ».

## 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации; специализированная мебель.

В самостоятельной работе обучающиеся используют ресурсы Зональной научной библиотеки ВГУ (электронный каталог: <http://www.lib.vsu.ru>)

## 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.	Операторные уравнения, зависящие от параметра	ОПК-2.1	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3	Устный опрос, практико-ориентированные задания
2.	Начальная задача	ОПК-2.1	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3	Устный опрос, практико-ориентированные задания
3	Задача о	ОПК-2.1	ОПК-2.1	Устный опрос, практико-

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
	периодических решениях.		ОПК-2.2 ОПК-2.3	ориентированные задания
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет с оценкой				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:

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью индивидуальных опросов на лекциях и практических занятиях.

### 20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация в форме экзамена по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

КИМ экзамена, содержащий два теоретических вопроса к экзамену

## Образец КИМ № 1

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой функционального  
анализа и операторных уравнений

\_\_\_\_\_ Каменский М.И.  
*подпись, расшифровка подписи*

\_\_\_.\_\_.2024

Направление подготовки / специальность \_\_\_01.04.01\_\_ математика

Дисциплина \_\_\_ Приложения обыкновенных дифференциальных уравнений

Форма обучения \_\_\_ очная \_\_\_\_\_  
*очное, очно-заочное, заочное*

Вид контроля \_\_\_ зачет \_\_\_\_\_  
*экзамен, зачет*

Вид аттестации \_\_\_ промежуточная \_\_\_\_\_  
*текущая, промежуточная*

1. Непрерывная зависимость от параметра неподвижных точек сжимающих отображений.

2. Первая теорема Н.Н.Боголюбова-Н.М.Крылова в принципе усреднения .

Преподаватель \_\_\_\_\_ Каменский М.И.  
подпись *расшифровка подписи*

При промежуточном контроле уровень освоения учебной дисциплины и степень сформированности компетенции определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно» (критерии При текущем контроле уровень освоения учебной дисциплины и степень сформированности компетенции определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «не удовлетворительно».

Критерий оценивания контрольных и зачётных работ осуществляется в соответствии со следующей таблицей.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Полное соответствие ответа обучающегося всем перечисленным критериям. Обучающийся в полной мере владеет теоретическим материалом данного курса, способен иллюстрировать ответ примерами, применять теоретические знания для решения практических задач	Повышенный уровень	Отлично
Ответ на контрольно-измерительный материал не в полной мере соответствует одному из перечисленных показателей, но обучающийся дает правильные ответы на дополнительные вопросы. Недостаточно продемонстрировано владение знаниями теоретического материала в некоторых задачах или допускает незначительные ошибки в обосновании шагов решения.	Базовый уровень	Хорошо
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым двум из перечисленных показателей, обучающийся дает неполные ответы на дополнительные вопросы. Демонстрирует частичные знания теоретического материала, или не умеет применить его в решении задачи, допускает существенные ошибки в доказательствах теорем	Пороговый уровень	Удовлетворительно
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует трем перечисленным показателям. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки	–	Не удовлетворительно