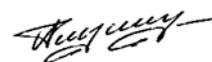


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
уравнений в частных производных  
и теории вероятностей



А.В. Глушко  
03.07.18

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.11 Дополнительные главы теории гиперболических и параболических**  
**уравнений**

*Код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом*

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

**01.03.01 Математика** \_\_\_\_\_

2. Профиль подготовки/специализация: **Дифференциальные уравнения,**  
**динамические системы и оптимальное управление**

3. Квалификация (степень) выпускника: **Бакалавр** \_\_\_\_\_

4. Форма обучения: **Очная** \_\_\_\_\_

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: **Кафедра уравнений в**  
**частных производных и теории вероятностей**

6. Составители программы: **Садчиков Павел Валерьевич,** \_\_\_\_\_ **кандидат физико-**  
**математических наук, доцент**  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

7. Рекомендована: **Научно-методическим советом математического факультета.**  
**Протокол № 0500-07 от 03.07.2018**

*(наименование рекомендующей структуры, дата, номер протокола,*

*отметки о продлении вносятся вручную)*

8. Учебный год: **2020/2021** \_\_\_\_\_

Семестр(ы): **6** \_\_\_\_\_

**9. Цели и задачи учебной дисциплины:** Цели и задачи учебной дисциплины: Целью курса является изучение теории уравнений параболических и гиперболических типов. Основными задачами учебной дисциплины являются:

- 1) формирование у студентов системы знаний о роли и месте уравнений математической физики в современном мире;
- 2) формирование и развитие содержательной логики применения вводимых понятий и методов для решения конкретных экспериментальных и прикладных задач;
- 3) развитие навыков применения полученных знаний в учебном практикуме.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:**

Курс входит в цикл профессиональных дисциплин в профильной (вариативной) части обучения.

Для его успешного освоения необходимы знания и умения, приобретенные в результате обучения по предшествующим дисциплинам: математический анализ, функциональный анализ, дифференциальные уравнения, уравнения в частных производных.

Студент должен свободно владеть математическим анализом, теорией рядов, теорией функций комплексной переменной, элементами линейной алгебры, обладать полными знаниями курса обыкновенных дифференциальных уравнений.

Дисциплина является предшествующей для курсов методов вычислений, механики сплошной среды, математического моделирования, концепций современного естествознания, всех специальных курсов, изучающих задачи математической физики.

**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	обладать способностью к определению общих форм и закономерностей отдельной предметной области	Знать: основы теории уравнений гиперболических и параболических типов.  Уметь: определять тип уравнений математической физики  Владеть: основами применения методов решения задач математической физики при изучении реальных процессов и объектов с целью нахождения эффективных решений общенаучных и прикладных задач широкого профиля.
ПК-2	обладать способностью математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики	Знать: основные уравнения и задачи математической физики, классификацию уравнений второго порядка, метод продолжений.  Уметь: приводить к каноническому виду уравнения второго порядка; определять тип уравнения второго порядка; делать вывод основных уравнений математической физики; применять основные приемы методов продолжений и Фурье для построения решений основных задач математической физики.  Владеть: комплексом методов решения соответствующих задач
ПК-3	обладать способностью строго доказать утверждение,	Знать: основные теоремы и формулы решений задач математической физики.  Уметь: доказать основные теоремы и следствия из них,

	сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата	произвести выводы формул решений задач математической физики. Владеть: комплексом методов доказательств соответствующих теорем и следствий из них.
ПК-4	способностью публично представлять собственные и известные научные результаты	Знать: методы представления собственных и известных научных результатов. Уметь: пользоваться новыми технологиями презентаций научных знаний. Владеть: методикой управления аудиторией.

**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	
	Всего	По семестрам
		6 семестр
Аудиторные занятия	32	32
в том числе: лекции	16	16
практические	16	16
лабораторные	-	-
Самостоятельная работа	76	76
Форма промежуточной аттестации (зачет – 0 час. / экзамен – ___ час.)		зачет
Итого:	108	108

#### 13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Лекции</b>		
1.1	Основные задачи математической физики	Основные задачи математической физики. Постановка граничных задач. Корректность постановки задач
1.2	Задачи для уравнений гиперболического типа	Бесконечная струна. Формула представления решения задачи Коши. Формула Даламбера. Физический смысл формулы Даламбера.
		Полуограниченная струна. Метод продолжений. Формулы представлений решений начально-краевых задач для полуограниченной струны.
		Уравнения гиперболического типа с двумя независимыми переменными. Задача Коши для уравнения гиперболического типа с двумя независимыми переменными. Единственность решения задачи Коши. Задача Гурса.

1.3	Задача Коши для волнового уравнения	Задача Коши для волнового уравнения. Формула Пуассона. Непрерывная зависимость решения задачи Коши для волнового уравнения от начальных данных.
		Теорема единственности решения задачи Коши для волнового уравнения. Формула представления решения задачи Коши для неоднородного волнового уравнения. Запаздывающий потенциал.
1.4	Задачи для уравнений параболического типа	Вывод уравнения распространения тепла в изотропном твердом теле. Уравнение теплопроводности. Постановка краевых задач. Первая краевая задача для уравнения теплопроводности. Теорема о максимуме и минимуме.
		Решение первой краевой задачи для уравнения теплопроводности в прямоугольнике. Решение первой краевой задачи для неоднородного уравнения теплопроводности.
1.5	Задача Коши для уравнения теплопроводности	Задача Коши для уравнения теплопроводности. Единственность решения. Интеграл Фурье. Неоднородная начальная задача для уравнения теплопроводности. Физический смысл фундаментального решения уравнения теплопроводности.
<b>2..Лабораторные занятия</b>		
2.1	Основные задачи математической физики	Основные задачи математической физики. Постановка граничных задач. Корректность постановки задач
2.2	Задачи для уравнений гиперболического типа	Бесконечная струна. Формула представления решения задачи Коши. Формула Даламбера. Физический смысл формулы Даламбера.
		Полуограниченная струна. Метод продолжений. Формулы представлений решений начально-краевых задач для полуограниченной струны.
		Уравнения гиперболического типа с двумя независимыми переменными. Задача Коши для уравнения гиперболического типа с двумя независимыми переменными. Задача Гурса.
2.3	Задача Коши для волнового уравнения	Задача Коши для волнового уравнения. Формула Пуассона.
		Формула представления решения задачи Коши для неоднородного волнового уравнения. Запаздывающий потенциал. Контрольная работа
2.4	Задачи для уравнений параболического типа	Уравнение теплопроводности. Постановка краевых задач. Первая краевая задача для уравнения теплопроводности.
		Решение первой краевой задачи для уравнения теплопроводности в прямоугольнике. Решение первой краевой задачи для неоднородного уравнения теплопроводности.

2.5	Задача Коши для уравнения теплопроводности	Задача Коши для уравнения теплопроводности. Единственность решения. Интеграл Фурье. Неоднородная начальная задача для уравнения теплопроводности. Физический смысл фундаментального решения уравнения теплопроводности.
-----	--	---

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

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1	Основные задачи математической физики	2	2		8	12
2	Задачи для уравнений гиперболического типа	4	4		24	32
3	Задача Коши для волнового уравнения	4	4		20	28
4	Задачи для уравнений параболического типа	4	4		16	24
5	Задача Коши для уравнения теплопроводности	2	2		8	12
	Итого:	16	16		76	108

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

В процессе преподавания дисциплины используются такие виды учебной работы, как лекции, лабораторные занятия, а также различные виды самостоятельной работы обучающихся. На лекциях рассказывается теоретический материал, на лабораторных занятиях решаются примеры по теоретическому материалу, прочитанному на лекциях, с помощью компьютера и без.

При изучении курса «Дополнительные главы теории гиперболических и параболических уравнений» 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 на следующем практическом занятии или в присутственный час преподавателю.

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

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

а) основная литература:

№ п/п	Источник
01	Владимиров В.С. Уравнения математической физики : учебник для студ. вузов / В.С. Владимиров, В.В. Жаринов. — М. : Физматлит, 2008. — 398 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
-------	----------

02	Смирнов М. М. Дифференциальные уравнения в частных производных второго порядка : Учебное пособие для механико-матем. и физ.-мат. фак. ун-тов / М.М. Смирнов .— Минск : Изд-во БГУ им. В.И. Ленина, 1974 .— 231 с.
03	Кошляков Н.С. Уравнения в частных производных математической физики : Учеб. пособие для студ. механ.-мат. и физ. фак. ун-тов / Н.С. Кошляков, Э.Б. Глинер, М.М. Смирнов — М. : Высш. шк., 1970 .— 710 с.
04	Глушко В.П. Курс уравнений математической физики с использованием пакета Mathematica. Теория и технология решения задач : учеб. пособие / В.П. Глушко, А.В. Глушко. – СПб : Лань, 2010. – 320 с. илл. (+CD).

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
05	<a href="http://eqworld.ipmnet.ru">http://eqworld.ipmnet.ru</a> – интернет-портал, посвященный уравнениям и методам их решений
06	<a href="http://www.lib.vsu.ru">http://www.lib.vsu.ru</a> - электронный каталог ЗНБ ВГУ
07	<a href="http://www.kuchp.ru">http://www.kuchp.ru</a> – электронный сайт кафедры уравнений в частных производных и теории вероятностей, на котором размещены методические издания

## 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
01	Специальный курс "Уравнения гиперболического и параболического типов" : учебно-методическое пособие для вузов / Воронеж. гос. ун-т; сост.: А.В. Глушко [и др.] .— Воронеж : ЛОП ВГУ, 2006 .— 63 с.
02	Метод характеристик решения уравнений с частными производными второго порядка : учебно-методическое пособие / сост. П.В. Садчиков .— Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2017 .— 22 с.

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

### 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

1. Типовое оборудование компьютерной лаборатории.
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 и планируемых результатов обучения

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)
ПК-1: обладать способностью к определению общих форм и закономерностей отдельной предметной области	<p>Знать: основы теории уравнений гиперболических и параболических типов.</p> <p>Уметь: определять тип уравнений математической физики</p> <p>Владеть: основами применения методов решения задач математической физики при изучении реальных процессов и объектов с целью нахождения эффективных решений общенаучных и прикладных задач широкого профиля.</p>	Раздел 01 Основные задачи математической физики	Практические задания
ПК-2: обладать способностью математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики	<p>Знать: основные уравнения и задачи математической физики, классификацию уравнений второго порядка, метод продолжений.</p> <p>Уметь: приводить к каноническому виду уравнения второго порядка; определять тип уравнения второго порядка; делать вывод основных уравнений математической физики; применять основные приемы методов продолжений и Фурье для построения решений основных задач математической физики.</p> <p>Владеть: комплексом методов решения соответствующих задач</p>	Раздел 01 Основные задачи математической физики Раздел 02 Задачи для уравнений гиперболического типа Раздел 03 Задача Коши для волнового уравнения Раздел 04 Задачи для уравнений параболического типа Раздел 05 Задача Коши для уравнения теплопроводности	Тестирование
ПК-3: обладать способностью строго доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата	<p>Знать: основные теоремы и формулы решений задач математической физики.</p> <p>Уметь: доказать основные теоремы и следствия из них, произвести выводы формул решений задач математической физики.</p> <p>Владеть: комплексом методов доказательств соответствующих теорем и следствий из них.</p>	Раздел 01 Основные задачи математической физики Раздел 02 Задачи для уравнений гиперболического типа Раздел 03 Задача Коши для волнового уравнения Раздел 04 Задачи для уравнений параболического типа Раздел 05 Задача Коши для уравнения теплопроводности	Промежуточная аттестация – зачет Индивидуальный опрос

ПК-4: способностью публично представлять собственные и известные научные результаты	Знать: методы представления собственных и известных научных результатов.  Уметь: пользоваться новыми технологиями презентаций научных знаний.  Владеть: методикой управления аудиторией.	Раздел 01 Основные задачи математической физики Раздел 02 Задачи для уравнений гиперболического типа Раздел 03 Задача Коши для волнового уравнения Раздел 04 Задачи для уравнений параболического типа Раздел 05 Задача Коши для уравнения теплопроводности	Промежуточная аттестация – зачет Индивидуальный опрос
<b>Промежуточная аттестация 6 семестр – зачет</b>			

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

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

<p><b>«Зачтено»</b> выставляется студенту, который прочно усвоил предусмотренный программный материал; правильно, аргументированно 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>Дополнительным условием получения оценки «зачтено» могут стать хорошие успехи при выполнении самостоятельной и контрольной работы, систематическая активная работа на лекционных и лабораторных занятиях.</p>	Достаточный	<b>«зачтено»</b>
<p><b>«Не зачтено»</b> 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>	-	<b>«Не зачтено»</b>

### 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. Вывод уравнения Даламбера
2. Постановка граничных условий для струны
3. Продольные колебания упругого стержня
4. Граничные условия для стержня
5. Классификация уравнений второго порядка.
6. Приведение к каноническому виду уравнения второго порядка с двумя независимыми переменными. Характеристики
7. Бесконечная струна. Метод Даламбера. Замена переменных в уравнении Даламбера и представление решения
8. Решение задачи Коши для уравнения Даламбера. Представление решения, единственность решения и непрерывная зависимость решения от начальных данных

9. Два частных случая начальных данных
10. Полуограниченная струна. Метод продолжений. Леммы о четном и нечетном продолжениях решения
11. Формулы представления решений начально-краевых задач для полуограниченной струны
12. Уравнения гиперболического типа с двумя независимыми переменными. Задача Коши, постановка и сведение к системе интегральных уравнений
13. Лемма о факториальной сходимости и существовании решения задачи Коши для гиперболического уравнения второго порядка
14. Единственность решения задачи Коши для гиперболического уравнения второго порядка
15. Задача Гурса. Сведение задачи к системе интегральных уравнений. Существование и единственность решения
16. Волновое уравнение. Лемма о представлении решения волнового уравнения. Формула Пуассона
17. Непрерывная зависимость решения задачи Коши для волнового уравнения от начальных данных
18. Формула представления решения задачи Коши для неоднородного волнового уравнения. Запаздывающий потенциал
19. Вывод уравнения распространения тепла в изотропном твердом теле и постановка краевых условий
20. Первая краевая задача для уравнения теплопроводности. Постановка задачи. Теорема о максимуме и минимуме. Следствие о единственности решения и его непрерывной зависимости от краевых условий
21. Решение первой краевой задачи для уравнения теплопроводности в прямоугольнике
22. Решение первой краевой задачи для неоднородного уравнения теплопроводности
23. Задача Коши для уравнения теплопроводности. Единственность решения
24. Существование формального решения задачи Коши для уравнения теплопроводности. Интеграл Фурье
25. Гладкость решения задачи Коши для уравнения теплопроводности
26. Выполнение начальных условий задачи Коши для уравнения теплопроводности
27. Непрерывная зависимость решения задачи Коши для уравнения теплопроводности от начальных условий
28. Физический смысл фундаментального решения уравнения теплопроводности

### 19.3.2 Перечень практических заданий

В каждой области, где сохраняется тип уравнения, привести к каноническому виду уравнения:

1.  $u_{xx} - 2u_{xy} - 3u_{yy} + u_y = 0;$
2.  $4u_{xx} + 4u_{xy} + u_{yy} - 2u_y = 0;$
3.  $u_{xx} + 2u_{xy} - 3u_{yy} + 2u_x + 6u_y = 0;$
4.  $u_{xx} - 2u_{xy} + u_{yy} + \alpha u_x + \beta u_y + cu = 0;$
5.  $y^2 u_{xx} - x^2 u_{yy} = 0;$

$$6. \quad 4y^2 u_{xx} - e^{2x} u_{yy} = 0;$$

$$7. \quad u_{xx} - (1 + y^2) u_{yy} - 2y(1 + y^2) u_y = 0;$$

$$8. \quad y^2 u_{xx} + 2y u_{xy} + u_{yy} = 0;$$

$$9. \quad x^2 u_{xx} - 2x u_{xy} + u_{yy} = 0;$$

$$10. \quad xy^2 u_{xx} - 2x^2 y u_{xy} + x^3 u_{yy} - y^2 u_x = 0;$$

$$11. \quad u_{xx} + 2 \sin xu_{xy} - \cos^2 xu_{yy} + \cos xu_x + \frac{1}{2} \sin 2xu_y = 0;$$

$$12. \quad \sin^2 xu_{xx} - 2y \sin xu_{xy} + y^2 u_{yy} = 0.$$

### 19.3.3 Тестовые задания

1. Уравнением колебания струны является

$$1) \quad \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + f(x, t) \quad 2) \quad \frac{\partial u}{\partial t} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \quad 3) \quad \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a \frac{\partial u}{\partial x}$$

2. Решить задачу о собственных значениях (задачу Штурма-Лиувилля)  $x'' + \lambda x = 0$ ,  $x(0) = 0$ ,  $x(l) = 0$

$$1) \quad X(x) = A \cos \sqrt{\lambda} x + B \sin \sqrt{\lambda} x$$

$$2) \quad X(x) = A + B e^{-\sqrt{\lambda} x}$$

$$3) \quad \lambda_n = \frac{\pi^2 n^2}{l^2}, X_n(x) = B \sin \frac{\pi n}{l} x, n = 1, 2, \dots$$

$$4) \quad X(x) = A + B e^{\lambda x}$$

3. Дифференциальным уравнением в частных производных является

$$1) \quad \frac{dy}{dx} = \frac{2xy}{x^2 + y^2} \quad 2) \quad x^2 dx + z^2 = 0 \quad 3) \quad x \frac{\partial z}{\partial x} + y \frac{\partial z}{\partial y} = z$$

4. Общее решение уравнения  $\frac{\partial^2 u}{\partial \xi \partial \eta} + \frac{2}{\eta} \frac{\partial u}{\partial \xi} = 0$  имеет вид:

$$1) \quad u = \eta^{-2} \varphi(\eta) + \psi(\xi) \quad 2) \quad u = \eta^{-2} \varphi(\xi) + \psi(\eta) \quad 3) \quad u = \xi^{-2} \varphi(\eta) + \psi(\eta) \quad 4) \quad u = \eta^{-2} \varphi(\xi)$$

5. Указать дифференциальное уравнение второго порядка

$$1) \quad u^2 + x^2 = 4 \quad 2) \quad u^2 + \frac{\partial u}{\partial x} = x^2 \quad 3) \quad \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0$$

6. Общее решение уравнения  $\frac{\partial^2 u}{\partial \xi \partial \eta} - 3 \frac{\partial u}{\partial \xi} = 0$  имеет вид:

$$1) \quad u = \xi^3 \varphi(\eta) + \psi(\xi) \quad 2) \quad u = e^{3\eta} \varphi(\xi) + \psi(\eta) \quad 3) \quad u = \eta^{-2} \varphi(\xi) + \psi(\eta) \quad 4) \quad u = e^3 \varphi(\eta) + \psi(\xi)$$

7. Какие условия для функции  $u(x,t)$  являются начальными

$$1) u(1;t)=f(t) \quad 2) u(x,0) = f(x) \quad 3) \left. \frac{\partial u}{\partial x} \right|_{x=1} = f(t)$$

8. Общее решение уравнения  $\frac{\partial^2 u}{\partial \eta^2} = 0$  имеет вид:

$$1) u = \xi^3 \varphi(\eta) + \psi(\xi) \quad 2) u = \eta \varphi(\xi) + \psi(\eta) \quad 3) u = \eta^{-2} \varphi(\xi) + \psi(\xi) \quad 4) u = \xi \varphi(\eta) + \psi(\eta)$$

9. Согласно методу Фурье решение уравнения теплопроводности находят в виде

$$1) u(x,t) = \frac{X(x)}{T(t)} \quad 2) u(x,t) = X(x)T(t) \quad 3) u(x,t) = xt$$

10. Общее решение уравнения  $\frac{\partial^2 u}{\partial \eta^2} - \frac{2}{\eta} \frac{\partial u}{\partial \eta} = 0$  имеет вид:

$$1) u = \eta \varphi(\xi) + \psi(\xi) \quad 2) u = \eta^2 \varphi(\xi) + \psi(\eta) \quad 3) u = e^{2\eta} \varphi(\xi) + \psi(\xi) \quad 4) u = e^{-2\eta} \varphi(\xi) + \psi(\eta)$$

#### **19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

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(ах): *тестирования, контрольных работ и индивидуального опроса*. Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.