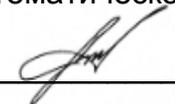


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
математического анализа

  
\_\_\_\_\_ А.Д. Баев  
03.07.2018

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.09 Формула Даламбера в задачах на сетях

- 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:**  
Найдюк Филипп Олегович, канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры математического анализа
- 7. Рекомендована:** Научно-методическим Советом математического факультета, протокол №0500-07 от 03.07.2018г.
- 8. Учебный год:** 2018/2019                      **Семестр(-ы):** 3

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Дисциплина «Формула Даламбера в задачах на сетях» преследует следующие цели изучения:

- получение знаний и формирование навыков по исследованию и решению прикладных задач математической физики определённых на специальных структурах;
- способствовать воспитанию математической культуры, необходимой эрудиции в вопросах приложения математики;
- овладение математическим аппаратом необходимым для решения прикладных задач.

Задачами изучения дисциплины являются:

- углубленное освоение современных методов исследования и решения прикладных задач математической физики определённых на сложных структурах;
- изучение эффективных методов решения задач естествознания, техники и управления;
- использование системообразующих понятий прикладной математики в решении различных задач;
- приобретение навыков работы со специальной математической литературой.

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Формула Даламбера в задачах на сетях» относится к учебным дисциплинам вариативной части блока Б1 основной образовательной программы направления подготовки 02.04.01 – «Математика и компьютерные науки» (магистратура).

Дисциплина «Формула Даламбера в задачах на сетях» базируется на знаниях, полученных по математическому анализу, обыкновенным дифференциальным уравнениям, дифференциальным уравнениям в частных производных, а так же теории функций комплексного переменного.

Приобретенные в результате обучения знания, умения и навыки могут быть использованы в научно-исследовательской и производственно-технологической деятельности при рассмотрении прикладных задач 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	
ОК-1	способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	знать: - основные теоремы о существовании и единственности решений для прикладных задач по теории уравнений математической физики; уметь: - исследовать вспомогательные математические свойства необходимые для более точного анализа получаемого решения в различных прикладных задачах математической физики; владеть: - математическим аппаратом и современными

		методами в области теории уравнений математической физики;
ОПК-1	способностью находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной и прикладной математики	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы моделирования прикладных задач по теории уравнений математической физики;</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- решать основные типы задач различными методами;</li> </ul> <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- математическим аппаратом и современными методами в области теории уравнений математической физики;</li> <li>- навыками применения построения численных алгоритмов для возможности их программирования на ЭВМ;</li> </ul>
ПК-1	способность к интенсивной научно-исследовательской работе	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные положения теории уравнений математической физики;</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оценивать эффективность выбранного метода решения;</li> </ul> <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- математическим аппаратом и современными методами в области теории уравнений математической физики;</li> </ul>
ПК-7	способностью к применению методов математического и алгоритмического моделирования при анализе экономических и социальных процессов, задач бизнеса, финансовой и актуарной математики	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы моделирования прикладных задач по теории уравнений математической физики;</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- исследовать вспомогательные математические свойства необходимые для более точного анализа получаемого решения в различных прикладных задачах математической физики;</li> </ul> <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- математическим аппаратом и современными методами в области теории уравнений математической физики;</li> <li>- навыками применения построения численных алгоритмов для возможности их программирования на ЭВМ.</li> </ul>

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 5/180.**

**Форма промежуточной аттестации экзамен.**

**13. Виды учебной работы:**

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)				
	Всего	По семестрам			
		1 сем.	2 сем.	3 сем.	4 сем.
Аудиторные занятия	50			50	

в том числе: лекции	20			20	
практические	30			30	
лабораторные					
СРС	94			94	
Контроль	36			36	
Итого:	180			180	

### 13.1 Содержание разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
Лекции		
1.1	Задачи математической физики	Природа появления начально-краевых задач. Математический (вариационный) и физический подходы при моделировании прикладных задач математической физики. Пространственные и временные переменные. Метод характеристик. Классификация уравнений математической физики: параболический, эллиптический и гиперболический типы уравнений. Канонический вид уравнений.
1.2	Корректность постановки задач математической физики	Классификация краевых условий для задач математической физики: условия первого, второго и третьего родов. Понятие начально-краевой и смешанной задачи. Теоремы существования и единственности. Дифференциально-разностное уравнение. Классификация. Теоремы существования.
1.3	Классификация методов решения задач математической физики	Метод Фурье. Представление решения в виде функционального ряда. Метод Римана. Функция Римана. Метод бегущих волн (Даламбера-Эйлера). Линейная и нелинейная краевая задача. Функции Коши и Грина.
1.4	Начально-краевая задача для волнового уравнения	Начальная задача для уравнения гиперболического типа – волнового уравнения. Начально-краевая и смешанная задачи для волнового уравнения на бесконечной полуоси и ограниченном отрезке. Формула Даламбера-Эйлера. Графический метод решения. Исследование продолжения начальных данных. Аналог формулы Даламбера.
1.5	Численные методы решения начально-краевой задачи для волнового уравнения	Понятие численного метода решения начально-краевой задачи. Оценка погрешности решения. Сеточный метод. Квадратурные формулы численного интегрирования. Решение начально-краевой задачи для волнового уравнения в виде интегрального оператора. Сходимость приближённых методов. Описание алгоритмов численного решения начально-краевой задачи

		для волнового уравнения адаптированных к их реализации на ЭВМ.
1.6	Волновое уравнение на сети	Определение открытого связного геометрического графа (сети): узел, ребро, внутренние и граничные вершины. Кратность вершин и ребер. Классификация открытых связных геометрических графов: дерево, звезда, веретено, цикл. Дифференцирование на сети. Понятие крайней производной. Функциональные пространства на сети. Условия трансмиссии. Необходимые условия разрешимости начально-краевой и/или смешанной задачи на сети. Теоремы существования и единственности.
1.7	Решение начально-краевой задачи для волнового уравнения на графе-звезде	Классы начальных данных начально-краевой задачи для волнового уравнения на графе-звезде. Специальные операторы «чётности» и «нечётности» на графе-звезде. Теоремы о свойствах специальных операторов. Представление решения начально-краевой задачи для волнового уравнения на графе-звезде в виде аналога формулы Даламбера. Классы разрешенных задач.
1.8	Решение начально-краевой задачи для волнового уравнения на графе-веретене	Классы начальных данных начально-краевой задачи для волнового уравнения на графе-веретене. Специальные операторы «чётности» и «нечётности» на графе-веретене. Теоремы о свойствах специальных операторов. Представление решения начально-краевой задачи для волнового уравнения на графе-веретене в виде аналога формулы Даламбера. Классы разрешенных задач. Следствия для начально-краевой задачи для волнового уравнения на отрезке («реверсия»).
Практические занятия		
2.1	Корректность постановки задач математической физики	Задачи с краевыми условиями типа: условия первого, второго и третьего родов. Виды начально-краевой и смешанной задачи. Дифференциально-разностное уравнение.
2.2	Классификация методов решения задач математической физики	Метод Фурье. Представление решения в виде функционального ряда. Метод бегущих волн (Даламбера-Эйлера). Метод функции Грина.
2.3	Начально-краевая задача для волнового уравнения	Начальная задача для уравнения гиперболического типа – волнового уравнения. Получение решения в виде формулы Даламбера-Эйлера. Графический метод решения. Аналог формулы Даламбера.
2.4	Численные методы решения начально-краевой задачи для волнового уравнения	Оценка погрешности решения. Сеточный метод. Квадратурные формулы численного интегрирования.

2.5	Волновое уравнение на сети	Дифференцирование на сети. Условия трансмиссии.
2.6	Решение начально-краевой задачи для волнового уравнения на графе-звезде	Классы начальных данных начально-краевой задачи для волнового уравнения на графе-звезде. Классы разрешенных задач.
2.7	Решение начально-краевой задачи для волнового уравнения на графе-веретене	Классы начальных данных начально-краевой задачи для волнового уравнения на графе-веретене. Классы разрешенных задач. Следствия для начально-краевой задачи для волнового уравнения на отрезке («реверсия»).

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	СРС	Всего
01	Задачи математической физики	2			10	12
02	Корректность постановки задач математической физики	2	2		10	14
03	Классификация методов решения задач математической физики	2	6		10	18
04	Начально-краевая задача для волнового уравнения	2	6		15	23
05	Численные методы решения начально-краевой задачи для волнового уравнения	4	4		15	23
06	Волновое уравнение на сети	2	2		10	14
07	Решение начально-краевой задачи для волнового уравнения на графе-звезде	3	4		14	21
08	Решение начально-краевой задачи для волнового уравнения на графе-веретене	3	6		10	19
Итого		20	30		94	144

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

В процессе освоения дисциплины студенты должны посетить лекционные и практические занятия и сдать экзамен.

Указания для освоения теоретического и практического материала и сдачи экзамена:

1. Обязательное посещение лекционных и практических занятий по дисциплине с конспектированием излагаемого преподавателем материала в соответствии с расписанием занятий.

2. Получение в библиотеке рекомендованной учебной литературы и электронное копирование рабочей программы с методическими рекомендациями, конспекта лекций.

3. Копирование (электронное) перечня вопросов к экзамену по дисциплине, а также списка рекомендованной литературы из рабочей программы дисциплины.

4. При подготовке к практическим занятиям по дисциплине необходимо изучить рекомендованный лектором материал, иметь при себе конспекты соответствующих тем и необходимый справочный материал.

5. Рекомендуется следовать советам лектора, связанным с освоением предлагаемого материала, провести самостоятельный Интернет – поиск информации (видеофайлов, файлов-презентаций, файлов с учебными пособиями) по ключевым словам курса и ознакомиться с найденной информацией при подготовке к экзамену по дисциплине.

6. Студент допускается к сдаче экзамена, если имеет на руках конспект основного теоретического материала с разбором основных типовых задач.

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

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	<a href="#"><u>Сабитов, Камиль Басирович</u></a> Уравнения математической физики / К.Б. Сабитов. — Москва : Физматлит, 2013. — 352 с
2	<a href="#"><u>Емельянов, Виктор Михайлович</u></a> Уравнения математической физики / В.М. Емельянов, Е.А. Рыбакина. — СПб.; М.; Краснодар : Лань, 2008. — 212 с
3	<a href="#"><u>Олейник, Ольга Арсеньевна</u></a> . Лекции об уравнениях с частными производными / О.А. Олейник. — М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2007. — 260 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4	Дифференциальные уравнения на геометрических графах / Ю.В. Покорный [и др.]. — М.: Физматлит, 2004. — 272 с.
5	<a href="#"><u>Беллман, Ричард</u></a> Дифференциально-разностные уравнения / Р. Беллман, К.Л. Кук. — М.: Мир, 1967. — 548 с.
6	<a href="#"><u>Тихонов, Андрей Николаевич</u></a> Уравнения математической физики / А.Н. Тихонов, А.А. Самарский. — М.: Изд-во Моск. ун-та : Наука, 2004. — 798 с.
7	<a href="#"><u>Янке, Е.</u></a> Специальные функции / Е. Янке, Ф. Эмде, Ф. Леш. — М.: Наука, 1977. — 342 с
8	<a href="#"><u>Пинни, Э.</u></a> Обыкновенные дифференциально-разностные уравнения / Э. Пинни. — М.: Изд-во иностр. лит., 1961. — 248 с.
9	<a href="#"><u>Найдюк Ф.О.</u></a> Формула продолжения начальных данных в решении Даламбера для волнового уравнения на отрезке с краевым условием третьего рода / Ф.О. Найдюк, В.Л. Прядиев // Вестник Воронеж. Гос. ун-та. Сер. Физика. Математика. — 2004. - №1. — С. 115-122.
10	Уравнения с частными производными: учебно-методическое пособие для вузов. Ч. 3 / Воронеж. гос. ун-т ; сост.: А.В. Глушко, В.П. Глушко, Н.А. Митягина. — Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2009. — Текстовый файл. — Windows 2000; Adobe Acrobat Reader. — <URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m09-121.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m09-121.pdf</a> >.

11	<i>Уравнения с частными производными: учебно-методическое пособие для вузов. Ч. 4 / Воронеж. гос. ун-т ; сост.: А.В. Глушко, В.П. Глушко, Н.А. Митягина. — Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2009. — Текстовый файл. — Windows 2000; Adobe Acrobat Reader .—</i> <URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m09-122.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m09-122.pdf</a> >.
----	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
12	<i>Электронный каталог Научной библиотеки Воронежского государственного университета. – (<a href="http://www.lib.vsu.ru/">http // www.lib.vsu.ru/</a>)</i>
13	<i>Поисковые системы <a href="http://www.google.ru">www.google.ru</a> <a href="http://www.yandex.ru">www.yandex.ru</a></i>

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

Курс дисциплины построен таким образом, чтобы позволить студентам проявить способность к самостоятельной работе. Для успешной самостоятельной работы предполагается интерактивный диалог с преподавателем, осуществляемый с помощью удаленной связи через интернет.

Самостоятельная работа магистра, прежде всего, заключается в изучении литературы, дополняющей материал, излагаемый на лекции и в ходе лабораторных работ. Необходимо овладеть навыками библиографического поиска, уметь находить подходящие источники, творчески и критически перерабатывать информацию, научиться определять методы исследований.

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

Осуществляется интерактивная связь с преподавателем через сеть интернет, проводятся индивидуальные онлайн консультации.

Решение практических заданий помимо аналитического решения подразумевают решение с помощью ЭВМ и прикладного ПО: LibreOffice Calc, Maxima.

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

Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий. Компьютерные классы для выполнения индивидуальных заданий, оснащённые лицензионным и свободно распространяемым программным обеспечением: Windows 7 или 10, LibreOffice Calc, Maxima.

#### **19. Фонд оценочных средств:**

##### **19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения**

Код и содержание компетенции	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)
ОК-1: способность к	знать:	- Задачи	Устный опрос

абстрактному мышлению, анализу, синтезу	- основные теоремы о существовании и единственности решений для прикладных задач по теории уравнений математической физики;	математической физики; - Корректность постановки задач математической физики; - Классификация методов решения задач математической физики	
	уметь: - исследовать вспомогательные математические свойства необходимые для более точного анализа получаемого решения в различных прикладных задачах математической физики;	- Задачи математической физики; - Корректность постановки задач математической физики; - Классификация методов решения задач математической физики	Устный опрос
	владеть: - математическим аппаратом и современными методами в области теории уравнений математической физики;	- Задачи математической физики; - Корректность постановки задач математической физики; - Классификация методов решения задач математической физики	Устный опрос
ОПК-1: способностью находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной и прикладной математики	знать: - методы моделирования прикладных задач по теории уравнений математической физики;	- Задачи математической физики; - Начально-краевая задача для волнового уравнения;	Устный опрос
	уметь: - решать основные типы задач различными методами;	- Классификация методов решения задач математической физики; - Численные методы решения начально-краевой задачи для волнового	Устный опрос

		уравнения	
	<p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- математическим аппаратом и современными методами в области теории уравнений математической физики;</li> <li>- навыками применения построения численных алгоритмов для возможности их программирования на ЭВМ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Классификация методов решения задач математической физики;</li> <li>- Численные методы решения начально-краевой задачи для волнового уравнения</li> </ul>	Контрольная работа
ПК-1: способность к интенсивной научно-исследовательской работе	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные положения теории уравнений математической физики;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Задачи математической физики;</li> <li>- Решение начально-краевой задачи для волнового уравнения на графе-звезде;</li> <li>- Решение начально-краевой задачи для волнового уравнения на графе-веретене</li> </ul>	Устный опрос
	<p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оценивать эффективность выбранного метода решения;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Решение начально-краевой задачи для волнового уравнения на графе-звезде;</li> <li>- Решение начально-краевой задачи для волнового уравнения на графе-веретене</li> </ul>	Устный опрос
	<p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- математическим аппаратом и современными методами в области теории уравнений математической физики;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Решение начально-краевой задачи для волнового уравнения на графе-звезде;</li> <li>- Решение начально-краевой задачи для волнового</li> </ul>	Контрольная работа

		уравнения на графе-веретене	
ПК-7: способностью к применению методов математического и алгоритмического моделирования при анализе экономических и социальных процессов, задач бизнеса, финансовой и актуарной математики	знать: - методы моделирования прикладных задач по теории уравнений математической физики;	- Волновое уравнение на сети	Устный опрос
	уметь: - исследовать вспомогательные математические свойства необходимые для более точного анализа получаемого решения в различных прикладных задачах математической физики;	- Решение начально-краевой задачи для волнового уравнения на графе-звезде; - Решение начально-краевой задачи для волнового уравнения на графе-веретене	Устный опрос
	владеть: - математическим аппаратом и современными методами в области теории уравнений математической физики; - навыками применения построения численных алгоритмов для возможности их программирования на ЭВМ.	- Численные методы решения начально-краевой задачи для волнового уравнения; - Решение начально-краевой задачи для волнового уравнения на графе-звезде; - Решение начально-краевой задачи для волнового уравнения на графе-веретене	Контрольная работа

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

Для оценивания результатов обучения на экзамене используются следующие показатели:

- Знать: основные положения теории уравнений математической физики; методы моделирования прикладных задач по теории уравнений математической физики; основные теоремы о существовании и единственности решений для прикладных задач по теории уравнений математической физики.
- Уметь: решать основные типы задач различными методами; оценивать эффективность выбранного метода решения; исследовать вспомогательные математические свойства необходимые для более

точного анализа получаемого решения в различных прикладных задачах математической физики.

- **Владеть:** математическим аппаратом и современными методами в области теории уравнений математической физики; навыками применения построения численных алгоритмов для возможности их программирования на ЭВМ.

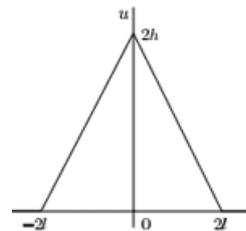
Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Глубокие исчерпывающие знания всего программного материала, понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений. Логически последовательные, полные, правильные и конкретные ответы на все основные вопросы. Правильные и конкретные ответы на дополнительные вопросы.	Пороговый уровень и выше порогового	Отлично
Твердые и достаточно полные знания программного материала, понимание сущности рассматриваемых процессов и явлений. Последовательные и правильные, но недостаточно развернутые ответы на основные вопросы. Правильные ответы на дополнительные вопросы.	Пороговый уровень и выше порогового	Хорошо
Правильные и конкретные, без грубых ошибок ответы на основные вопросы. Наличие отдельных неточностей в ответах. В целом правильные ответы с небольшими неточностями на дополнительные вопросы.	Пороговый уровень	Удовлетворительно
Плохое владение материалом: ответ неверен, отсутствие ориентации в предмете, когда количество неправильных ответов превышает количество допустимых для положительной оценки.	Ниже порогового уровня	Неудовлетворительно

**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**

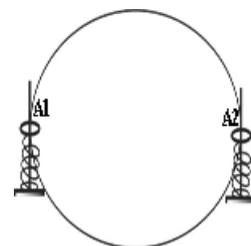
**Примерный перечень заданий проверки практических навыков**

Задание 1. Графически решить задачу Коши

$u_{tt}(x,t) = u_{xx}(x,t), u(x,0) = f(x), u_t(x,0) = 0,$   
 если функция  $f(x)$  задана на отрезке  $[-2l, 2l]$  графиком:



Задание 2. Записать условия трансмиссии во внутренних вершинах  $A1$  и  $A2$  для математической модели, описывающей малые поперечные колебания сетки, изображённой на рисунке:



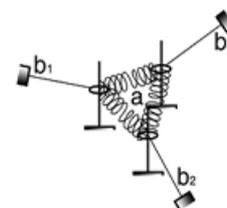
Задание 3. Методом Фурье решить смешанную задачу на отрезке  $[0, 1]$  и проанализировать решение:

$$u_{tt}(x,t) = u_{xx}(x,t), t > 0, 0 < x < 1,$$

$$u(x,0) = x(x-1), u_t(x,0) = 0,$$

$$u(0,t) = 0, u(1,t) = 0.$$

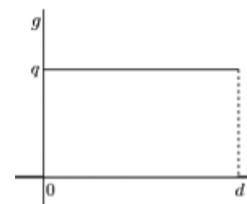
Задание 4. Записать условие трансмиссии во внутренней вершине  $a$  для математической модели, описывающей малые поперечные колебания сетки, изображённой на рисунке:



Задание 5. Графически решить задачу Коши

$$u_{tt}(x,t) = u_{xx}(x,t), u(x,0) = 0, u_t(x,0) = g(x),$$

если функция  $g(x)$  задана на отрезке  $[0, d]$  графиком:



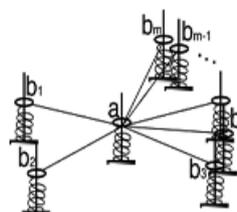
Задание 6. Методом Даламбера решить смешанную задачу на отрезке  $[0, 1]$  и проанализировать решение:

$$u_{tt}(x,t) = u_{xx}(x,t), t > 0, 0 < x < 1,$$

$$u(x,0) = x(x-1), u_t(x,0) = 0,$$

$$u(0,t) = 0, u(1,t) = 0.$$

Задание 7. Записать условие трансмиссии во внутренней вершине  $a$  для математической модели, описывающей малые поперечные колебания сетки, изображённой на рисунке:



### Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Понятие волнового уравнения на отрезке.
2. Метод характеристик.
3. Метод прямой и обратной волн на отрезке (метод Даламбера).
4. Классификация краевых условий для задач математической физики: условия первого, второго и третьего родов.
5. Определение связного открытого геометрического графа (сети).

6. Метод Фурье.
7. Начальная задача для уравнения гиперболического типа – волнового уравнения.
8. Классификация краевых условий на сети.
9. Графический метод решения.
10. Волновое уравнение на геометрическом графе с  $\delta$ - и  $\delta'$ -сингулярностями.
11. Численный метод решения начально-краевой задачи (сеточный метод).
12. Формула Даламбера-Эйлера.
13. Классы начальных данных начально-краевой задачи для волнового уравнения на графе-звезде.
14. Численный метод решения начально-краевой задачи (метод квадратурных формул численного интегрирования).
15. Теорема единственности начально-краевой задачи на отрезке.
16. Классы начальных данных начально-краевой задачи для волнового уравнения на графе-веретене.
17. Дифференцирование на сети. Условия трансмиссии.
18. Классификация уравнений математической физики: параболический, эллиптический и гиперболический типы уравнений на вещественной оси (каноническое представление).

**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 форме письменно-устного опроса (индивидуального).

Промежуточная аттестация включает в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и защиту контрольной работы, позволяющую оценить степень сформированности умений и навыков.

При оценивании используются качественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.