

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт вычислительной математики и информационных технологий



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной деятельности КФУ

проф. Таюрский Д.А.

"\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## **Программа дисциплины**

Научно-исследовательская работа Б2.В.2

Направление подготовки: 01.04.04 - Прикладная математика

Профиль подготовки: Математическое моделирование

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

**Автор(ы):** Соловьев С.И.

**Рецензент(ы):** Задворнов О.А.

### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Задворнов О. А.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Учебно-методическая комиссия Института вычислительной математики и информационных технологий:

Протокол заседания УМК No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Казань

2018

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
  - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
  - 7.1. Основная литература
  - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, д.н. (доцент) Соловьев С.И. (кафедра вычислительной математики, отделение прикладной математики и информатики), Sergei.Solovyev@kpfu.ru

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-3	готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала
ПК-3	способностью разрабатывать научно-техническую документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам выполненных исследований
ПК-5	способностью организовывать работу исполнителей, находить и принимать управленческие решения в области организации труда
ОК-1	способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу
ПК-6	готовностью к принятию ответственности за свои решения в рамках профессиональной компетенции, способностью принимать нестандартные решения, разрешать проблемные ситуации
ПК-9	способностью и готовностью проводить научные эксперименты, оценивать результаты исследований
ОК-2	готовностью действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения
ОПК-1	способностью проводить экономический анализ работ, обосновывать оптимальность решения с учетом различных требований
ПК-4	способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями ООП магистратуры)
ПК-7	способностью разрабатывать и исследовать математические модели объектов, систем, процессов и технологий, предназначенных для проведения расчетов, анализа, подготовки решений

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

- правила оформления квалификационных работ
- правила работы с научно-технической литературой
- правила работы с компьютерными сетями, компьютерными технологиями и мультимедийными технологиями
- основные принципы создания и разработки математических моделей

Должен уметь:

- готовить презентации результатов научных исследований с использованием средств мультимедиа
- собирать научную информацию для научно-исследовательской работы
- анализировать и перерабатывать научную информацию
- работать с пакетами прикладных программ
- разрабатывать математические модели
- строить численные модели

Должен владеть:

- навыками сбора научной информации для научно-исследовательской работы
- навыками анализа и переработки научной информации
- навыками написания научно-исследовательских работ
- навыками работы с пакетами прикладных программ
- навыками разработки математических моделей
- навыками построения численных моделей

Должен демонстрировать способность и готовность:

- решать задачи в области математического моделирования
- работать с научной информацией и научной литературой
- применять навыки написания научных отчетов
- применять навыки подготовки презентаций результатов научных исследований с использованием средств мультимедиа

## 2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б2.В.2 Практика и научно-исследовательская работа" основной профессиональной образовательной программы 01.04.04 "Прикладная математика (Математическое моделирование)" и относится к вариативной части. Осваивается на 1, 2 курсах в 2, 3 семестрах.

## 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет зачетных(ые) единиц(ы) на 828 часа(ов).

Контактная работа - 36 часа(ов), в том числе лекции - 0 часа(ов), практические занятия - 36 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 792 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет с оценкой во 2 семестре; зачет с оценкой в 3 семестре.

## 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Раздел дисциплины/ модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Математическое моделирование в науке и технике	2	0	18	0	378
2.	Тема 2. Численное моделирование в науке и технике	3	0	18	0	414
	Итого		0	36	0	792

### 4.2 Содержание дисциплины

#### Тема 1. Математическое моделирование в науке и технике

Моделирование колебаний в одномерных и многомерных средах. Вынужденные колебания. Свободные колебания. Собственные колебания. Нестационарные и стационарные задачи. Начально-краевые задачи. Краевые задачи. Задачи на собственные значения. Интегральные уравнения. Моделирование распространения тепла в одномерных и многомерных средах. Уравнение теплопроводности. Граничные условия. Начальные условия. Нестационарное уравнение теплопроводности. Стационарное уравнение теплопроводности.

#### Тема 2. Численное моделирование в науке и технике

Численное решение краевых задач для эллиптического дифференциального уравнения второго порядка в частных производных. Метод конечных разностей. Метод конечных элементов. Построение сеточной схемы. Построение системы линейных алгебраических уравнений. Исследование сходимости. Исследование погрешности. Численное решение начально-краевых задач для параболических и гиперболических дифференциальных уравнений. Построение сеточной схемы. Явные и неявные сеточные схемы. Исследование устойчивости. Исследование сходимости. Исследование погрешности.

## 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года N301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации N14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Положение от 24 декабря 2015 г. ♦ 0.1.1.67-06/265/15 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Положение N 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Положение N 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент N 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент N 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент N 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

## 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

### 6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 2</b>			
	<i>Текущий контроль</i>		
1	Научный доклад	ОК-2, ОК-3, ОК-1, ОПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-7, ПК-9	1. Математическое моделирование в науке и технике
	<b>Зачет с оценкой</b>	ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-7, ПК-9	
<b>Семестр 3</b>			
	<i>Текущий контроль</i>		
1	Научный доклад	ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-7, ПК-9	2. Численное моделирование в науке и технике
	<b>Зачет с оценкой</b>	ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-7, ПК-9	

### 6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Семестр 2</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Научный доклад	Тема полностью раскрыта. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом по теме работы. Используются надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы и применённые методы соответствуют поставленным задачам.	Тема в основном раскрыта. Продемонстрирован средний уровень владения материалом по теме работы. Используются надлежащие источники. Структура работы и применённые методы в основном соответствуют поставленным задачам.	Тема частично раскрыта. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом по теме работы. Используются источники, структура работы и применённые методы частично соответствуют поставленным задачам.	Тема не раскрыта. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом по теме работы. Используются источники, структура работы и применённые методы не соответствуют поставленным задачам.	1
<b>Зачет с оценкой</b>	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	
<b>Семестр 3</b>					
<b>Текущий контроль</b>					

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Научный доклад	Тема полностью раскрыта. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом по теме работы. Использованы надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы и применённые методы соответствуют поставленным задачам.	Тема в основном раскрыта. Продемонстрирован средний уровень владения материалом по теме работы. Использованы надлежащие источники. Структура работы и применённые методы в основном соответствуют поставленным задачам.	Тема частично раскрыта. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом по теме работы. Использованные источники, структура работы и применённые методы частично соответствуют поставленным задачам.	Тема не раскрыта. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом по теме работы. Использованные источники, структура работы и применённые методы не соответствуют поставленным задачам.	1
<b>Зачет с оценкой</b>	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой задания или списком литературы, характеризующих этап освоения образовательной программы.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способность к самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины для оценки знаний, умений и навыков и (или) освоения образовательной программы.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности.	
<b>6.3 Типовые контрольные задания или задания по программе</b> <b>Семестр 2</b> <b>Текущий контроль</b> <b>1. Научный доклад</b> Тема 1 Моделирование квазилинейных течений в тонких зазорах. Высокоточные методы понимания аэроакустических колебаний в одномерных трубах. Адаптивный метод конечных элементов для моделирования стационарных диффузионных процессов в двумерных средах. Моделирование резистивно-емкостных элементов радиотехнических устройств. Численное исследование геометрически нелинейной задачи об изгибе трехслойной пластины. Численное исследование физически нелинейной задачи об изгибе трехслойной пластины. Численное исследование решения задач теории фильтрации высоко-вязких жидкостей. Эффективные методы решения краевых и начально-краевых задач на основе вейвлет-базиса. Применение вейвлетов в цифровой обработке сигналов и изображений. Методы вычисления интегралов и производных дробного порядка. Численное моделирование собственных колебаний струны с механическим резонатором. Численное исследование собственных колебаний балки. Численное решение задачи на собственные значения для интегрального уравнения. Приближенный метод решения задачи совместного движения поверхностных и подземных вод. Разностные методы решения задачи фильтрации с нелокальным условием на разрезе. Приближенный метод решения вариационного неравенства. Конечно-разностный метод решения начально-краевой задачи для нелинейного параболического уравнения с нелокальным пространственным оператором. Приближенный метод решения задачи насыщенно-ненасыщенной фильтрации. Приближенный метод решения вариационного неравенства параболического типа с нелокальным по пространственным переменным оператором. Решение геометрически нелинейных линейных задач теории пластин. Решение обратной коэффициентной задачи для волнового уравнения.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способность к самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины для оценки знаний, умений и навыков и (или) освоения образовательной программы.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности.		

Численный анализ краевых условий для уравнения Блэка-Шоулза.  
Конечно-элементная аппроксимация задачи о собственных колебаниях нагруженной струны.  
Разностные методы решения нелинейного параболического уравнения с двойным вырождением.  
Предобусловленный метод сопряженных градиентов в схемах МКЭ.  
Методы конечномерной аппроксимации задач, моделирующих поведение низкотемпературной высокочастотной плазмы пониженного давления.  
Метод типа Удзавы, для нелинейной задачи теории фильтрации с предельным градиентом.  
Конечно-разностные методы решения нелинейного параболического уравнения с нелокальным по градиенту решения пространственным оператором.  
Метод Раттла решения задач, моделирующих поведение низкотемпературной высокочастотной плазмы пониженного давления.  
Аппроксимация минимального собственного значения нелинейной задачи Штурма-Лиувилля.  
Разностный метод решения нелинейного параболического вариационного неравенства теории совместного движения вод.  
Разностные методы решения задачи нестационарной фильтрации с предельным градиентом.  
Безусловно устойчивый явный метод для решения уравнения теплопроводности.

### **Зачет с оценкой**

Вопросы к зачету с оценкой:

Моделирование колебаний в одномерных и многомерных средах. Вынужденные колебания. Свободные колебания. Собственные колебания. Нестационарные и стационарные задачи. Начально-краевые задачи. Краевые задачи. Задачи на собственные значения. Интегральные уравнения. Моделирование распространения тепла в одномерных и многомерных средах. Уравнение теплопроводности. Граничные условия. Начальные условия. Нестационарное уравнение теплопроводности. Стационарное уравнение теплопроводности.

### **Семестр 3**

#### **Текущий контроль**

##### **1. Научный доклад**

Тема 2

Моделирование кавитационных течений в тонких зазорах.  
Высокоточные методы расчета собственных колебаний в одномерных средах.  
Адаптивный метод конечных элементов для моделирования стационарных диффузионных процессов в двумерных средах.  
Моделирование резистивно-емкостных элементов радиотехнических устройств.  
Численное исследование геометрически нелинейной задачи об изгибе трехслойной пластины.  
Численное исследование физически нелинейной задачи об изгибе трехслойной пластины.  
Численное исследование решения задач теории фильтрации высоко-вязких жидкостей.  
Эффективные методы решения краевых и начально-краевых задач на основе вейвлет-базиса.  
Применение вейвлетов в цифровой обработке сигналов и изображений.  
Методы вычисления интегралов и производных дробного порядка.  
Численное моделирование собственных колебаний струны с механическим резонатором.  
Численное исследование собственных колебаний балки.  
Численное решение задачи на собственные значения для интегрального уравнения.  
Приближенный метод решения задачи совместного движения поверхностных и подземных вод.  
Разностные методы решения задачи фильтрации с нелокальным условием на разрезе.  
Приближенный метод решения вариационного неравенства.  
Конечно-разностный метод решения начально-краевой задачи для нелинейного параболического уравнения с нелокальным пространственным оператором.  
Приближенный метод решения задачи насыщено-ненасыщенной фильтрации.  
Приближенный метод решения вариационного неравенства параболического типа с нелокальным по пространственным переменным оператором.  
Решение геометрически нелинейных линейных задач теории пластин.  
Решение обратной коэффициентной задачи для волнового уравнения.  
Численный анализ краевых условий для уравнения Блэка-Шоулза.  
Конечно-элементная аппроксимация задачи о собственных колебаниях нагруженной струны.  
Разностные методы решения нелинейного параболического уравнения с двойным вырождением.  
Предобусловленный метод сопряженных градиентов в схемах МКЭ.  
Методы конечномерной аппроксимации задач, моделирующих поведение низкотемпературной высокочастотной плазмы пониженного давления.  
Метод типа Удзавы, для нелинейной задачи теории фильтрации с предельным градиентом.  
Конечно-разностные методы решения нелинейного параболического уравнения с нелокальным по градиенту решения пространственным оператором.  
Метод Раттла решения задач, моделирующих поведение низкотемпературной высокочастотной плазмы пониженного давления.  
Аппроксимация минимального собственного значения нелинейной задачи Штурма-Лиувилля.



Разностный метод решения нелинейного параболического вариационного неравенства теории совместного движения вод.

Разностные методы решения задачи нестационарной фильтрации с предельным градиентом.

Безусловно устойчивый явный метод для решения уравнения теплопроводности.

#### **Зачет с оценкой**

Вопросы к зачету с оценкой:

Численное решение краевых задач для эллиптического дифференциального уравнения второго порядка в частных производных. Метод конечных разностей. Метод конечных элементов. Построение сеточной схемы. Построение системы линейных алгебраических уравнений. Исследование сходимости. Исследование погрешности. Численное решение начально-краевых задач для параболических и гиперболических дифференциальных уравнений. Построение сеточной схемы. Явные и неявные сеточные схемы. Исследование устойчивости. Исследование сходимости. Исследование погрешности.

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

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

<b>Форма контроля</b>	<b>Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций</b>	<b>Этап</b>	<b>Количество баллов</b>
<b>Семестр 2</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Научный доклад	Обучающиеся самостоятельно пишут работу на заданную тему и сдают преподавателю в письменном виде. В работе производится обзор материала в определённой тематической области либо предлагается собственное решение определённой теоретической или практической проблемы. Оцениваются проработка источников, изложение материала, формулировка выводов, соблюдение требований к структуре и оформлению работы, своевременность выполнения. В случае публичной защиты оцениваются также ораторские способности.	1	50
		Всего:	50
<b>Зачет с оценкой</b>	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50
<b>Семестр 3</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Научный доклад	Обучающиеся самостоятельно пишут работу на заданную тему и сдают преподавателю в письменном виде. В работе производится обзор материала в определённой тематической области либо предлагается собственное решение определённой теоретической или практической проблемы. Оцениваются проработка источников, изложение материала, формулировка выводов, соблюдение требований к структуре и оформлению работы, своевременность выполнения. В случае публичной защиты оцениваются также ораторские способности.	1	50
		Всего:	50
<b>Зачет с оценкой</b>	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

### **7.1 Основная литература:**

Научно-исследовательская работа студентов [Текст : электронный ресурс] : методические указания по выполнению курсовых и дипломных работ / Федер. агентство по образованию, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования 'Казан. гос. ун-т' ; [сост. Б. М. Усманов, д.г.н., проф. О. П. Ермолаев] .? Электронные данные (1 файл: 0,99 Мб) .? (Казань : Научная библиотека Казанского федерального университета, 2014) .? Загл. с экрана .? Режим доступа: открытый. <http://libweb.ksu.ru/ebooks/publicat/0-773657.pdf>.

Организация научно-исследовательской работы студентов (магистров): Учебное пособие / В.В. Кукушкина. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 265 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Магистратура). (переплет) ISBN 978-5-16-004167-4, 500 экз. <http://www.znaniium.com/bookread.php?book=405095>

Завалько Н.А. Эффективность научно-образовательной деятельности в высшей школе [Электронный ресурс] : Монография / Н. А. Завалько. - 2-е изд., стереотип. - М. : Флинта, 2011. - 142 с. <http://znaniium.com/bookread2.php?book=406102>

Бахвалов Н.С. Численные методы / Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М.; : Учебное пособие - Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. - 639 с. URL:[https://e.lanbook.com/book/70767?category\\_pk=915#authors](https://e.lanbook.com/book/70767?category_pk=915#authors)

Амосов А.А. Вычислительные методы [Электронный ресурс] / Амосов А.А., Дубинский Ю.А., Копченова Н.В. - СПб.: Лань, 2014. - 672 с. URL: [https://e.lanbook.com/book/42190?category\\_pk=915#authors](https://e.lanbook.com/book/42190?category_pk=915#authors)

Киреев, В.И. Численные методы в примерах и задачах [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.И. Киреев, А.В. Пантелеев. ? Электрон. дан. ? СПб. : Лань, 2015. ? 448 с. ? Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=65043](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=65043) ? Загл. с экрана.

### **7.2. Дополнительная литература:**

Научно-исследовательская работа студентов : методические рекомендации по написанию, оформлению и защите курсовых и выпускных квалификационных работ / Л. А. Усманова, М. Р. Саттарова ; М-во образования и науки Рос. Федерации, ГОУ ВПО 'Татар. гос. гуманитар.-пед. ун-т' .? Казань : [ТГГПУ], 2009 .? 64 с.

Даутов Р.З., Карчевский М.М. Введение в теорию метода конечных элементов, [Учебное пособие]. - Казань: Казан. ун-т. 2012. - 240 с. (с грифом УМО). [http://kpfu.ru/publication?p\\_id=47325](http://kpfu.ru/publication?p_id=47325)

Даутов Р.З. Метод Галеркина с возмущениями для задач на собственные значения. [Учебное пособие]. - Казань, 2010. - 94 с. [http://kpfu.ru/publication?p\\_id=21045](http://kpfu.ru/publication?p_id=21045)

Даутов Р.З. Практикум по методам решения задачи Коши для систем ОДУ . Учебно-методическое пособие. - Казань, 2010. - 89 с. [http://kpfu.ru/publication?p\\_id=21046](http://kpfu.ru/publication?p_id=21046)

Ф. Г. Авхадиев Численные методы анализа [Учебное пособие] Казань, КФУ, 2013 [http://libweb.ksu.ru/ebooks/05\\_039\\_000398.pdf](http://libweb.ksu.ru/ebooks/05_039_000398.pdf)

Елизаров А. М. Краевые задачи механики жидкости и газа: Учебное пособие- Казань, Казанский Ун-т, 2013 197 с. [http://libweb.ksu.ru/ebooks/05-IMM/05\\_038\\_000450.pdf](http://libweb.ksu.ru/ebooks/05-IMM/05_038_000450.pdf)

Даутов, Рафаил Замилович (д-р физ.-мат. наук ; 1955 -) .Программирование МКЭ в MATLAB [Текст: электронный ресурс] : учебное пособие / Р. З. Даутов ; Казан. гос. ун-т, Фак. вычисл. математики и информ. технологий .? Электронные данные (1 файл: 0,92 Мб) .? (Казань : Казанский государственный университет, 2010) .? Загл. с экрана .? Режим доступа: открытый .? .

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Интернет-портал образовательных ресурсов по ИТ - <http://www.intuit.ru>

Интернет--портал ресурсов по математическим наукам - <http://www.math.ru/>

Интернет-портал с ресурсами по математическим наукам - <http://www.mathnet.ru>

Интернет-портал со статьями по алгоритмике и программированию - <http://algotlist.manual.ru/>

Электронная библиотека по техническим наукам - <http://techlibrary.ru>

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Во время занятий студентам необходимо сосредоточить свое внимание на содержании темы занятия. Основные положения учебного материала, важные определения и теоретические сведения следует записывать.

Конспектирование предлагаемого преподавателем материала вырабатывает у студентов навыки самостоятельного отбора и анализа необходимой для них информации, умение сжато и четко формулировать и записывать полученную информацию. Конспекты должны служить необходимым материалом в процессе подготовки домашних заданий, при подготовке к выполнению самостоятельных и контрольных работ, при подготовке к устным опросам и при подготовке к экзамену.

Лабораторные занятия предполагают индивидуальную работу обучающихся на персональном компьютере, предусматривают выполнение упражнений и заданий по решению задач с использованием стандартных

программных приложений и специальных программных средств.

Самостоятельная работа обучающихся включает теоретическую подготовку обучающихся по темам изучаемой дисциплины, изучение основной и дополнительной учебной литературы и знакомство со специализированными программными продуктами. Самостоятельная работа с литературой формирует способность анализировать теоретические и практические проблемы, умение использовать естественно-научные сведения на практике в различных видах профессиональной и социальной деятельности. Самостоятельная работа помогает овладению культурой мышления, способностью в письменной и устной речи логически последовательно формулировать и оформлять результаты работы, обеспечивает формирование системного подхода к анализу научной информации, восприятию инноваций, формирует способность к самосовершенствованию и самореализации.

Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать учебный материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы. Для подготовки к устному опросу следует повторить учебный материал соответствующих тем дисциплины, используя учебник, учебные пособия и конспекты занятий. Устные ответы излагаются четко и последовательно. Закончить изложение ответа на поставленный вопрос следует выводом.

Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдается преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий. При подготовке к контрольной работе и при ее выполнении происходит закрепление полученных теоретических знаний, выработка навыков самостоятельной работы и оценка степени усвоения материала по данной теме. Подготовка к контрольной работе следует начинать с повторения соответствующего раздела учебника, учебных пособий и конспектов занятий. Контрольная работа излагается четко и последовательно. Закончить изложение вопроса следует выводом. По всем возникшим вопросам студенту следует обращаться за консультацией к преподавателю. Срок выполнения контрольной работы определяется преподавателем. По результатам проверки контрольная работа оценивается. В случае неудовлетворительной оценки, студент должен ознакомиться с замечаниями, устранить недостатки и повторно сдать работу на проверку.

На зачете проводится комплексная проверка освоения дисциплины. Обучающийся получает задания и время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий. Для подготовки к зачёту следует повторить учебный материал всех тем дисциплины, используя учебник, учебные пособия, конспекты занятий и учебные материалы практических занятий. Устные и письменные ответы излагаются четко и последовательно. Закончить изложение ответа на поставленный вопрос следует обоснованным выводом.

#### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Освоение дисциплины "Научно-исследовательская работа" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian

Браузер Google Chrome

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

#### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Освоение дисциплины "Научно-исследовательская работа" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 01.04.04 "Прикладная математика" и магистерской программе Математическое моделирование .