

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ 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

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: 2017

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
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 (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
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 (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

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 ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

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

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

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 (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б2.В.2 Практика" 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 23 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	Разделы 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	18
2.	Тема 2. Моделирование кавитационных течений в тонких зазорах	2	0	0	0	36
3.	Тема 3. Высокоточные методы расчета собственных колебаний в одномерных средах	2	0	0	0	36
4.	Тема 4. Адаптивный метод конечных элементов для моделирования стационарных диффузионных процессов в двумерных средах	2	0	0	0	36
5.	Тема 5. Моделирование резистивно-емкостных элементов радиотехнических устройств	2	0	0	0	36
6.	Тема 6. Численное исследование геометрически нелинейной задачи об изгибе трехслойной пластины	2	0	0	0	36
7.	Тема 7. Численное исследование физически нелинейной задачи об изгибе трехслойной пластины	2	0	0	0	36

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
8.	Тема 8. Численное исследование решения задач теории фильтрации высоко-вязких жидкостей	2	0	0	0	36
9.	Тема 9. Эффективные методы решения краевых и начально-краевых задач на основе вейвлет-базиса	2	0	0	0	36
10.	Тема 10. Применение вейвлетов в цифровой обработке сигналов и изображений	2	0	0	0	36
11.	Тема 11. Численное моделирование собственных колебаний струны с механическим резонатором	2	0	0	0	36
12.	Тема 12. Численное моделирование в науке и технике	3	0	18	0	18
13.	Тема 13. Приближенный метод решения задачи совместного движения поверхностных и подземных вод	3	0	0	0	36
14.	Тема 14. Разностные методы решения задачи фильтрации с нелокальным условием на разрезе	3	0	0	0	36
15.	Тема 15. Конечно-разностный метод решения начально-краевой задачи для нелинейного параболического уравнения с нелокальным пространственным оператором	3	0	0	0	36
16.	Тема 16. Приближенный метод решения задачи насыщенно-ненасыщенной фильтрации	3	0	0	0	36
17.	Тема 17. Приближенный метод решения вариационного неравенства параболического типа с нелокальным по пространственным переменным оператором	3	0	0	0	36
18.	Тема 18. Решение геометрически нелинейных линейных задач теории пластин	3	0	0	0	36
19.	Тема 19. Решение обратной коэффициентной задачи для волнового уравнения	3	0	0	0	36
20.	Тема 20. Численный анализ краевых условий для уравнения Блэка-Шоулза	3	0	0	0	36
21.	Тема 21. Разностные методы решения нелинейного параболического уравнения с двойным вырождением	3	0	0	0	36
22.	Тема 22. Методы конечномерной аппроксимации задач, моделирующих поведение низкотемпературной высокочастотной плазмы пониженного давления	3	0	0	0	36

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
23.	Тема 23. Метод типа Удзавы, для нелинейной задачи теории фильтрации с предельным градиентом	3	0	0	0	36
	Итого		0	36	0	792

## 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

### 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. Моделирование кавитационных течений в тонких зазорах

Цель исследования. План исследования. Приложения в науке и технике. Построение физической модели. Построение математической модели. Дифференциальная постановка задачи. Обобщенная постановка задачи. Исследование существования решения. Исследование свойств решений. Построение сетки. Построение сеточной области. Построение сеточной схемы. Построение алгоритма решения. Разработка программы. Проведение тестовых расчетов для задач с известным точным решением. Проведение численных экспериментов с математической моделью. Анализ полученных результатов. Получение выводов из проведенных исследований.

### Тема 3. Высокоточные методы расчета собственных колебаний в одномерных средах

Цель исследования. План исследования. Приложения в науке и технике. Построение физической модели. Построение математической модели. Дифференциальная постановка задачи. Обобщенная постановка задачи. Исследование существования решения. Исследование свойств решений. Построение сетки. Построение сеточной области. Построение сеточной схемы. Построение алгоритма решения. Разработка программы. Проведение тестовых расчетов для задач с известным точным решением. Проведение численных экспериментов с математической моделью. Анализ полученных результатов. Получение выводов из проведенных исследований.

### Тема 4. Адаптивный метод конечных элементов для моделирования стационарных диффузионных процессов в двумерных средах

Цель исследования. План исследования. Приложения в науке и технике. Построение физической модели. Построение математической модели. Дифференциальная постановка задачи. Обобщенная постановка задачи. Исследование существования решения. Исследование свойств решений. Построение сетки. Построение сеточной области. Построение сеточной схемы. Построение алгоритма решения. Разработка программы. Проведение тестовых расчетов для задач с известным точным решением. Проведение численных экспериментов с математической моделью. Анализ полученных результатов. Получение выводов из проведенных исследований.

### Тема 5. Моделирование резистивно-емкостных элементов радиотехнических устройств

Цель исследования. План исследования. Приложения в науке и технике. Построение физической модели. Построение математической модели. Дифференциальная постановка задачи. Обобщенная постановка задачи. Исследование существования решения. Исследование свойств решений. Построение сетки. Построение сеточной области. Построение сеточной схемы. Построение алгоритма решения. Разработка программы. Проведение тестовых расчетов для задач с известным точным решением. Проведение численных экспериментов с математической моделью. Анализ полученных результатов. Получение выводов из проведенных исследований.

### Тема 6. Численное исследование геометрически нелинейной задачи об изгибе трехслойной пластины

Цель исследования. План исследования. Приложения в науке и технике. Построение физической модели. Построение математической модели. Дифференциальная постановка задачи. Обобщенная постановка задачи. Исследование существования решения. Исследование свойств решений. Построение сетки. Построение сеточной области. Построение сеточной схемы. Построение алгоритма решения. Разработка программы. Проведение тестовых расчетов для задач с известным точным решением. Проведение численных экспериментов с математической моделью. Анализ полученных результатов. Получение выводов из проведенных исследований.

### Тема 7. Численное исследование физически нелинейной задачи об изгибе трехслойной пластины

Цель исследования. План исследования. Приложения в науке и технике. Построение физической модели. Построение математической модели. Дифференциальная постановка задачи. Обобщенная постановка задачи. Исследование существования решения. Исследование свойств решений. Построение сетки. Построение сеточной области. Построение сеточной схемы. Построение алгоритма решения. Разработка программы. Проведение тестовых расчетов для задач с известным точным решением. Проведение численных экспериментов с математической моделью. Анализ полученных результатов. Получение выводов из проведенных исследований.

### Тема 8. Численное исследование решения задач теории фильтрации высоко-вязких жидкостей

Цель исследования. План исследования. Приложения в науке и технике. Построение физической модели. Построение математической модели. Дифференциальная постановка задачи. Обобщенная постановка задачи. Исследование существования решения. Исследование свойств решений. Построение сетки. Построение сеточной области. Построение сеточной схемы. Построение алгоритма решения. Разработка программы. Проведение тестовых расчетов для задач с известным точным решением. Проведение численных экспериментов с математической моделью. Анализ полученных результатов. Получение выводов из проведенных исследований.

#### **Тема 9. Эффективные методы решения краевых и начально-краевых задач на основе вейвлет-базиса**

Цель исследования. План исследования. Приложения в науке и технике. Построение физической модели. Построение математической модели. Дифференциальная постановка задачи. Обобщенная постановка задачи. Исследование существования решения. Исследование свойств решений. Построение сетки. Построение сеточной области. Построение сеточной схемы. Построение алгоритма решения. Разработка программы. Проведение тестовых расчетов для задач с известным точным решением. Проведение численных экспериментов с математической моделью. Анализ полученных результатов. Получение выводов из проведенных исследований.

#### **Тема 10. Применение вейвлетов в цифровой обработке сигналов и изображений**

Цель исследования. План исследования. Приложения в науке и технике. Построение физической модели. Построение математической модели. Дифференциальная постановка задачи. Обобщенная постановка задачи. Исследование существования решения. Исследование свойств решений. Построение сетки. Построение сеточной области. Построение сеточной схемы. Построение алгоритма решения. Разработка программы. Проведение тестовых расчетов для задач с известным точным решением. Проведение численных экспериментов с математической моделью. Анализ полученных результатов. Получение выводов из проведенных исследований.

#### **Тема 11. Численное моделирование собственных колебаний струны с механическим резонатором**

Цель исследования. План исследования. Приложения в науке и технике. Построение физической модели. Построение математической модели. Дифференциальная постановка задачи. Обобщенная постановка задачи. Исследование существования решения. Исследование свойств решений. Построение сетки. Построение сеточной области. Построение сеточной схемы. Построение алгоритма решения. Разработка программы. Проведение тестовых расчетов для задач с известным точным решением. Проведение численных экспериментов с математической моделью. Анализ полученных результатов. Получение выводов из проведенных исследований.

#### **Тема 12. 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.

#### **Тема 13. Приближенный метод решения задачи совместного движения поверхностных и подземных вод**

Цель исследования. План исследования. Приложения в науке и технике. Построение физической модели. Построение математической модели. Дифференциальная постановка задачи. Обобщенная постановка задачи. Исследование существования решения. Исследование свойств решений. Построение сетки. Построение сеточной области. Построение сеточной схемы. Построение алгоритма решения. Разработка программы. Проведение тестовых расчетов для задач с известным точным решением. Проведение численных экспериментов с математической моделью. Анализ полученных результатов. Получение выводов из проведенных исследований.

#### **Тема 14. Разностные методы решения задачи фильтрации с нелокальным условием на разрезе**

Цель исследования. План исследования. Приложения в науке и технике. Построение физической модели. Построение математической модели. Дифференциальная постановка задачи. Обобщенная постановка задачи. Исследование существования решения. Исследование свойств решений. Построение сетки. Построение сеточной области. Построение сеточной схемы. Построение алгоритма решения. Разработка программы. Проведение тестовых расчетов для задач с известным точным решением. Проведение численных экспериментов с математической моделью. Анализ полученных результатов. Получение выводов из проведенных исследований.

#### **Тема 15. Конечно-разностный метод решения начально-краевой задачи для нелинейного параболического уравнения с нелокальным пространственным оператором**

Цель исследования. План исследования. Приложения в науке и технике. Построение физической модели. Построение математической модели. Дифференциальная постановка задачи. Обобщенная постановка задачи. Исследование существования решения. Исследование свойств решений. Построение сетки. Построение сеточной области. Построение сеточной схемы. Построение алгоритма решения. Разработка программы. Проведение тестовых расчетов для задач с известным точным решением. Проведение численных экспериментов с математической моделью. Анализ полученных результатов. Получение выводов из проведенных исследований.

#### **Тема 16. Приближенный метод решения задачи насыщенно-ненасыщенной фильтрации**

Цель исследования. План исследования. Приложения в науке и технике. Построение физической модели. Построение математической модели. Дифференциальная постановка задачи. Обобщенная постановка задачи. Исследование существования решения. Исследование свойств решений. Построение сетки. Построение сеточной области. Построение сеточной схемы. Построение алгоритма решения. Разработка программы. Проведение тестовых расчетов для задач с известным точным решением. Проведение численных экспериментов с математической моделью. Анализ полученных результатов. Получение выводов из проведенных исследований.

### **Тема 17. Приближенный метод решения вариационного неравенства параболического типа с нелокальным по пространственным переменным оператором**

Цель исследования. План исследования. Приложения в науке и технике. Построение физической модели. Построение математической модели. Дифференциальная постановка задачи. Обобщенная постановка задачи. Исследование существования решения. Исследование свойств решений. Построение сетки. Построение сеточной области. Построение сеточной схемы. Построение алгоритма решения. Разработка программы. Проведение тестовых расчетов для задач с известным точным решением. Проведение численных экспериментов с математической моделью. Анализ полученных результатов. Получение выводов из проведенных исследований.

### **Тема 18. Решение геометрически нелинейных линейных задач теории пластин**

Цель исследования. План исследования. Приложения в науке и технике. Построение физической модели. Построение математической модели. Дифференциальная постановка задачи. Обобщенная постановка задачи. Исследование существования решения. Исследование свойств решений. Построение сетки. Построение сеточной области. Построение сеточной схемы. Построение алгоритма решения. Разработка программы. Проведение тестовых расчетов для задач с известным точным решением. Проведение численных экспериментов с математической моделью. Анализ полученных результатов. Получение выводов из проведенных исследований.

### **Тема 19. Решение обратной коэффициентной задачи для волнового уравнения**

Цель исследования. План исследования. Приложения в науке и технике. Построение физической модели. Построение математической модели. Дифференциальная постановка задачи. Обобщенная постановка задачи. Исследование существования решения. Исследование свойств решений. Построение сетки. Построение сеточной области. Построение сеточной схемы. Построение алгоритма решения. Разработка программы. Проведение тестовых расчетов для задач с известным точным решением. Проведение численных экспериментов с математической моделью. Анализ полученных результатов. Получение выводов из проведенных исследований.

### **Тема 20. Численный анализ краевых условий для уравнения Блэка-Шоулза**

Цель исследования. План исследования. Приложения в науке и технике. Построение физической модели. Построение математической модели. Дифференциальная постановка задачи. Обобщенная постановка задачи. Исследование существования решения. Исследование свойств решений. Построение сетки. Построение сеточной области. Построение сеточной схемы. Построение алгоритма решения. Разработка программы. Проведение тестовых расчетов для задач с известным точным решением. Проведение численных экспериментов с математической моделью. Анализ полученных результатов. Получение выводов из проведенных исследований.

### **Тема 21. Разностные методы решения нелинейного параболического уравнения с двойным вырождением**

Цель исследования. План исследования. Приложения в науке и технике. Построение физической модели. Построение математической модели. Дифференциальная постановка задачи. Обобщенная постановка задачи. Исследование существования решения. Исследование свойств решений. Построение сетки. Построение сеточной области. Построение сеточной схемы. Построение алгоритма решения. Разработка программы. Проведение тестовых расчетов для задач с известным точным решением. Проведение численных экспериментов с математической моделью. Анализ полученных результатов. Получение выводов из проведенных исследований.

### **Тема 22. Методы конечномерной аппроксимации задач, моделирующих поведение низкотемпературной высокочастотной плазмы пониженного давления**

Цель исследования. План исследования. Приложения в науке и технике. Построение физической модели. Построение математической модели. Дифференциальная постановка задачи. Обобщенная постановка задачи. Исследование существования решения. Исследование свойств решений. Построение сетки. Построение сеточной области. Построение сеточной схемы. Построение алгоритма решения. Разработка программы. Проведение тестовых расчетов для задач с известным точным решением. Проведение численных экспериментов с математической моделью. Анализ полученных результатов. Получение выводов из проведенных исследований.

### **Тема 23. Метод типа Удзавы, для нелинейной задачи теории фильтрации с предельным градиентом**

Цель исследования. План исследования. Приложения в науке и технике. Построение физической модели. Построение математической модели. Дифференциальная постановка задачи. Обобщенная постановка задачи. Исследование существования решения. Исследование свойств решений. Построение сетки. Построение сеточной области. Построение сеточной схемы. Построение алгоритма решения. Разработка программы. Проведение тестовых расчетов для задач с известным точным решением. Проведение численных экспериментов с математической моделью. Анализ полученных результатов. Получение выводов из проведенных исследований.

## **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 №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

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

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

## **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

## **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)**

Вид работ	Методические рекомендации
практические занятия	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.
самостоятельная работа	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.
зачет с оценкой	На зачёте 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)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

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

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

#### **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".

### Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

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: 2017

#### Основная литература:

1. Карчевский, М.М. Лекции по уравнениям математической физики [Электронный ресурс] : учеб. Пособие - Электрон. Дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. -164 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72982>
2. Карчевский, М.М. Уравнения математической физики. Дополнительные главы [Электронный ресурс] : учеб. Пособие / М.М. Карчевский, М.Ф. Павлова. - Электрон. Дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. -276 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72983>
3. Бахвалов, Н.С. Численные методы [Электронный ресурс] : учеб. Пособие / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. - Электрон. Дан. -Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. - 639 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/70767>
4. Киреев, В.И. Численные методы в примерах и задачах [Электронный ресурс] : учеб. Пособие / В.И. Киреев, А.В. Пантелеев. -Электрон. Дан. -Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 448 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/65043>

#### Дополнительная литература:

1. Васильева, А.Б. Интегральные уравнения [Электронный ресурс] : учеб. / А.Б. Васильева, Н.А. Тихонов. - Электрон. Дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2009. - 160 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/42>
2. Тихонов, А.Н. Дифференциальные уравнения [Электронный ресурс] : учеб. / А.Н. Тихонов, А.Б. Васильева, А.Г. Свешников. - Электрон. Дан. - Москва : Физматлит, 2002. - 256 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/48171>
3. Радин, В.П. Метод конечных элементов в динамических задачах сопротивления материалов [Электронный ресурс] : учеб. Пособие / В.П. Радин, Ю.Н. Самогин, В.П. Чирков. - Электрон. Дан. - Москва : Физматлит, 2013. - 316 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59668>
4. Амосов, А.А. Вычислительные методы [Электронный ресурс] : учеб. Пособие / А.А. Амосов, Ю.А. Дубинский, Н.В. Копченова. - Электрон. Дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. -672 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/42190>
5. Хелемский, А.Я. Лекции по функциональному анализу [Электронный ресурс] : учеб. - Электрон. Дан. - Москва : МЦНМО, 2014. -560 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/56415>

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б2.В.2 Научно-исследовательская работа

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

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: 2017

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

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.