

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**

Методы решения нелинейных задач Б1.В.ДВ.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):** Задворнов О.А.

**Рецензент(ы):** Даутов Р.З.

#### **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) заведующий кафедрой, д.н. (профессор) Задворнов О.А. (кафедра вычислительной математики, отделение прикладной математики и информатики), Oleg.Zadvornov@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-1	способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу
ПК-2	способностью синтезировать сложные технические системы управления
ОПК-2	способностью разрабатывать эффективные математические методы решения задач естествознания, техники, экономики и управления
ПК-1	способностью анализировать сложные технические системы управления
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
ПК-8	способностью разрабатывать наукоемкое программное обеспечение работы конкретного предприятия

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

основные определения и понятия о методе последовательных приближений, проективных методах, двойственных методах

Должен уметь:

применять знания об изучаемых методах в теории нелинейных задач

Должен владеть:

результатами исследований о существовании решений изучаемых задач, сходимости итерационных методов изучаемых в дисциплине

Должен демонстрировать способность и готовность:

применять знания, полученные при изучении дисциплины, в прикладных задачах

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.2 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.04.04 "Прикладная математика (Математическое моделирование)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 1 курсе в 1 семестре.

### 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 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 36 часа(ов), в том числе лекции - 18 часа(ов), практические занятия - 18 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 54 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 54 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 1 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. Нерастягивающий асимптотически регулярный оператор.	1	2	2	0	6
2.	Тема 2. Жестко нерастягивающий и сжимающий операторы.	1	2	2	0	6
3.	Тема 3. Проективные методы. Постановка задачи и описание итерационного процесса.	1	2	2	0	6
4.	Тема 4. Проективный метод для неравенств с обратнo сильно монотонным оператором.	1	2	2	0	6
5.	Тема 5. Метод итеративной регуляризации для неравенств с псевдомонотонным потенциальным оператором.	1	2	2	0	6
6.	Тема 6. Постановка задачи и описание итерационного процесса для двойственного метода.	1	4	4	0	8
7.	Тема 7. Двойственный метод для неравенств с обратнo сильно монотонным оператором.	1	2	2	0	8
8.	Тема 8. Двойственный метод для неравенств с сильно монотонным оператором.	1	2	2	0	8
	Итого		18	18	0	54

##### 4.2 Содержание дисциплины

###### Тема 1. Нерастягивающий асимптотически регулярный оператор.

Рассматривается метод последовательных приближений для поиска неподвижных точек операторов в гильбертовом пространстве. Устанавливается слабая сходимость метода последовательных приближений к некоторой неподвижной точке асимптотически регулярного нерастягивающего оператора.

###### Тема 2. Жестко нерастягивающий и сжимающий операторы.

Доказывается асимптотическая регулярность жестко нерастягивающего оператора, в предположении о существовании у метода последовательных приближений неподвижных точек.

Для сжимающего отображения устанавливается существование единственной неподвижной точки и сильная сходимость к ней последовательных приближений.

###### Тема 3. Проективные методы. Постановка задачи и описание итерационного процесса.

В данной теме изучаются проективные итерационные методы решения вариационных неравенств второго рода. Сведение исходного вариационного неравенства к вариационному неравенству с оператором канонического изоморфизма.

###### Тема 4. Проективный метод для неравенств с обратнo сильно монотонным оператором.

Рассматриваются неравенства с обратнo сильно монотонными операторами. Исследуется сходимость итерационного процесса для задачи проективного метода с обратнo сильно монотонным оператором

###### Тема 5. Метод итеративной регуляризации для неравенств с псевдомонотонным потенциальным оператором.

Построение метода итеративной регуляризации для вариационных неравенств с псевдомонотонными операторами. Исследование сходимости итерационной задачи метода итеративной регуляризации для вариационных неравенств с псевдомонотонными операторами

###### Тема 6. Постановка задачи и описание итерационного процесса для двойственного метода.

В настоящей теме предлагается итерационный метод решения вариационных неравенств второго рода с оператором из гильбертова в гильбертово пространство и функционалом в гильбертовом пространстве. предполагается, что этот функционал представляется в виде суммы двух функционалов, один из которых является суперпозицией некоторого выпуклого функционала и линейного непрерывного оператора.

#### **Тема 7. Двойственный метод для неравенств с обратно сильно монотонным оператором.**

Рассматривается двойственный метод для случая, когда оператор является обратно сильно монотонным. Исследование сходимости двойственного метода проводится для случая, когда оператор является обратно сильно монотонным.

#### **Тема 8. Двойственный метод для неравенств с сильно монотонным оператором.**

Рассматривается двойственный метод для случая, когда оператор является сильно монотонным. Исследование сходимости двойственного метода проводится для случая, когда оператор является сильно монотонным.

### **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 1</b>			
	<i>Текущий контроль</i>		

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
1	Письменное домашнее задание	ПК-8, ПК-7, ОК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-4	1. Нерастягивающий асимптотически регулярный оператор. 2. Жестко нерастягивающий и сжимающий операторы. 4. Проективный метод для неравенств с обратным сильно монотонным оператором. 5. Метод итеративной регуляризации для неравенств с псевдомонотонным потенциальным оператором. 7. Двойственный метод для неравенств с обратным сильно монотонным оператором. 8. Двойственный метод для неравенств с сильно монотонным оператором.
2	Контрольная работа	ПК-8, ОК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-4, ПК-7	3. Проективные методы. Постановка задачи и описание итерационного процесса. 6. Постановка задачи и описание итерационного процесса для двойственного метода.
	<b>Экзамен</b>	ОК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-4, ПК-7, ПК-8	

## 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.	
<b>Семестр 1</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Письменное домашнее задание	Правильно выполнены все задания. Продemonстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продemonстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продemonстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продemonстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продemonстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продemonстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продemonстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продemonстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	2

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Экзамен</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.	

**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**

**Семестр 1**

**Текущий контроль**

**1. Письменное домашнее задание**

Темы 1, 2, 4, 5, 7, 8

Вопросы для текущего контроля

Нерастягивающий асимптотически регулярный оператор.

Определение нерастягивающего оператора.

Определение асимптотически регулярного оператора.

Теорема о сходимости последовательности с нерастягивающимся асимптотически регулярным оператором.

Жестко нерастягивающий и сжимающий операторы.

Определение жестко нерастягивающегося оператора.

Теорема о свойствах жестко нерастягивающегося оператора.

Определение сжимающегося оператора.

Теорема "Принцип сжимающих отображений".

Проективные методы. Постановка задачи и описание итерационного процесса.

Постановка задачи для проективного метода.

Описание итерационного процесса для задачи проективного метода.

Теорема о совпадении решений итерационного процесса для задачи проективного метода со множеством неподвижных точек оператора перехода.

Проективный метод для неравенств с обратно сильно монотонным оператором.

Свойства оператора перехода при обратно сильно монотонном операторе в проективном методе, (нерастягивающий оператор перехода)

Теорема сходимости итерационного процесса для задачи проективного метода с обратно сильно монотонным оператором.

Свойства оператора перехода при сильно монотонном, липшиц-непрерывном операторе в проективном методе, (сжимающий оператор перехода)

Теорема сходимости итерационного процесса для задачи проективного метода с сильно монотонным, липшиц-непрерывным оператором.

Метод итеративной регуляризации для неравенств с псевдомонотонным потенциальным оператором.  
Рассмотрение неравенства с псевдомонотонным потенциальным оператором. Описание итерационного процесса.  
Лемма о пределе числовой последовательности.  
Теорема об ограниченности итерационной последовательности для неравенства с псевдомонотонным потенциальным оператором.  
Постановка задачи и описание итерационного процесса для двойственного метода. Постановка задачи для двойственного метода.  
Описание итерационного процесса для двойственного метода.  
Теорема о связи решения задачи для двойственного метода и оператора перехода итерационного процесса.  
Двойственный метод для неравенств с обратно сильно монотонным оператором.  
Описание двойственного метода для неравенств с обратно сильно монотонным оператором Свойства оператора перехода для обратно сильно монотонного оператора в двойственном методе.  
О слабой сходимости итерационной последовательности с оператором перехода для задачи с обратно сильно монотонным оператором.  
Двойственный метод для неравенств с сильно монотонным оператором.  
Описание двойственного метода для неравенств с сильно монотонным оператором.  
Свойства оператора перехода для сильно монотонного оператора в двойственном методе.  
О слабой сходимости итерационной последовательности с оператором перехода для задачи с сильно монотонным оператором.

## 2. Контрольная работа

Темы 3, 6

Проективные методы. Постановка задачи и описание итерационного процесса.

Постановка задачи для проективного метода.

Описание итерационного процесса для задачи проективного метода.

Теорема о совпадении решений итерационного процесса для задачи проективного метода со множеством неподвижных точек оператора перехода.

Постановка задачи и описание итерационного процесса для двойственного метода. Постановка задачи для двойственного метода.

Описание итерационного процесса для двойственного метода.

Теорема о связи решения задачи для двойственного метода и оператора перехода итерационного процесса.

## Экзамен

Вопросы к экзамену:

Билеты на экзамен

Билет 1

1. Описание итерационного процесса для двойственного метода.

2. Свойства оператора перехода при сильно монотонном, липшиц-непрерывном операторе в проективном методе, (сжимающий оператор перехода)

Билет 2

1. Постановка задачи для проективного метода.

2. Лемма о пределе числовой последовательности(используется для доказательства теоремы об ограниченности итерационной последовательности для неравенства с псевдомонотонным потенциальным оператором).

Билет 3

1. Жестко нерастягивающий оператора.

2. Теорема о связи решения задачи для двойственного метода и оператора перехода итерационного процесса.

Билет 4

1. Описание итерационного процесса для задачи проективного метода.

2. Теорема "Принцип сжимающих отображений".

Билет 5

1. Нерастягивающий асимптотически регулярный оператор.

2. Теорема об ограниченности итерационной последовательности для неравенства с псевдомонотонным потенциальным оператором.

Билет 6

1. Рассмотрение неравенства с псевдомонотонным потенциальным оператором. Описание итерационного процесса.

2. Теорема сходимости итерационного процесса для задачи проективного метода с сильно монотонном, липшиц-непрерывным оператором.

Билет 7

1. Описание двойственного метода для неравенств с обратно сильно монотонным оператором.

2. Теорема о совпадении решений итерационного процесса для задачи проективного метода со множеством неподвижных точек оператора перехода.

Билет 8

1. Описание двойственного метода для неравенств с сильно монотонным оператором.

2. Теорема о сходимости последовательности с нерастягивающимся асимптотически регулярным оператором.



Билет 9

1. Свойства оператора перехода для обратно сильно монотонного оператора в двойственном методе.
2. Теорема о свойствах жестко нерастягивающегося оператора.

Билет 10

1. Свойства оператора перехода при обратно сильно монотонном операторе в проективном методе, (нерастягивающий оператор перехода)
2. О слабой сходимости итерационной последовательности с оператором перехода для задачи с обратно сильно монотонным оператором.

Билет 11

1. Свойства оператора перехода для сильно монотонного оператора в двойственном методе.
2. Теорема сходимости итерационного процесса для задачи проективного метода с обратно сильно монотонным оператором.

Билет 12

1. Постановка задачи для двойственного метода.
2. Теорема "Принцип сжимающих отображений".

Билет 13

1. Рассмотрение неравенства с псевдомонотонным потенциальным оператором. Описание итерационного процесса.
2. О слабой сходимости итерационной последовательности с оператором перехода для задачи с сильно монотонным оператором.

Билет 14

1. Описание двойственного метода для неравенств с сильно монотонным оператором.
2. Теорема о свойствах жестко нерастягивающегося оператора.

Билет 15

1. Описание итерационного процесса для двойственного метода.
2. Теорема о совпадении решений итерационного процесса для задачи проективного метода со множеством неподвижных точек оператора перехода.

**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".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Семестр 1</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Письменное домашнее задание	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно дома и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	1	34
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2	16
		Всего:	50

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Экзамен	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. 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:

1. 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>
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 в задачах и упражнениях [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Н.С. Бахвалов, А.В. Лапин, Е.В. Чижонков. Электрон. дан. Москва: Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. 243 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/707434>.

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Демидович Б. П. Основы вычислительной математики: учеб, пособие / Б. П. Демидович, И. А. Марон.- 7-е изд., стер..- СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2009.7672 с..(Учебники для вузов. Специальная литература).ISBN 978-5-8114-0695-1: p.489.94.
2. Самарский А. А. Численные методы решения задач конвекции-диффузии / А. А. Самарский, П. Н. Вабищевич. Издание 3-е. Москва: Едиториал УРСС, 2004.7248 с.; 21 см..Предыдущее издание 1999г.Библиогр.: с. 238-244 (174 назв.).Предм. указ.: с. 245-246.ISBN 5-354-00991-X, 300.
3. Некоторые методы решения нелинейных краевых задач/ Лионе Ж.-Л.- М. Мир 1972- 588 с.

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

- Учебное пособие - [http://libweb.ksu.ru/ebooks/05\\_039\\_000398.pdf](http://libweb.ksu.ru/ebooks/05_039_000398.pdf)  
Учебное пособие - [http://kpfu.ru/publication?p\\_id=21045](http://kpfu.ru/publication?p_id=21045)  
Учебное пособие - [http://libweb.ksu.ru/ebooks/05-IMM/05\\_038\\_000450.pdf](http://libweb.ksu.ru/ebooks/05-IMM/05_038_000450.pdf)  
Учебное пособие - [http://kpfu.ru/publication?p\\_id=21046](http://kpfu.ru/publication?p_id=21046)  
Учебное пособие - [http://kpfu.ru/publication?p\\_id=80891](http://kpfu.ru/publication?p_id=80891)

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

Основная цель дисциплины 'Методы решения нелинейных задач' изучение метода последовательных приближений для поиска неподвижных точек операторов в гильбертовом пространстве, проективные итерационные методы решения вариационных неравенств второго рода, двойственные методы решения вариационных неравенств второго рода.

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

Освоение дисциплины "Методы решения нелинейных задач" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен обучающимся. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и 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 "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 "Методы решения нелинейных задач" 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 .