

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Таюрский Д.А.



\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

### Программа дисциплины

Абстрактные приближенные схемы Б1.В.ДВ.11

Направление подготовки: 01.03.04 - Прикладная математика

Профиль подготовки: Математическое моделирование

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Плещинский Н.Б.

**Рецензент(ы):**

Бахтиева Л.У.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Плещинский Н. Б.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института вычислительной математики и информационных технологий:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 952917

Казань  
2017

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) заведующий кафедрой, д.н. (профессор) Плещинский Н.Б. Кафедра прикладной математики отделение прикладной математики и информатики , Nikolai.Pleshchinskii@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

В специальном курсе лекций рассматриваются основные принципы построения приближенных схем, которые используются при аппроксимации граничных задач для дифференциальных уравнений и интегральных уравнений. Излагается абстрактный подход, основанный на общей теории линейных операторов. В качестве примеров применения теории аппроксимации и интерполяции приводятся интегральные уравнения Фредгольма, бесконечные системы линейных алгебраических уравнений, задача Коши и краевые задачи для уравнений математической физики, а также экстремальные задачи.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.11 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 01.03.04 Прикладная математика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 3 курсе, 6 семестр.

Дисциплина по выбору Б3.ДВ.1 "Абстрактные приближенные схемы" относится к профессиональному циклу дисциплин, предназначена для студентов 4 курса (7 семестр). Базируется на знаниях, полученных в рамках дисциплин "Математический анализ", "Дифференциальные уравнения", "Уравнения математической физики", "Численные методы".

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-6 (профессиональные компетенции)	способность осуществлять целенаправленный поиск информации о новейших научных и технологических достижениях в сети Интернет и из других источников
ПК-8 (профессиональные компетенции)	способность формировать суждения о значении и последствиях своей профессиональной деятельности с учетом социальных, профессиональных и этических позиций

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные принципы построения и исследования приближенных схем;

2. должен уметь:

выбирать оптимальные варианты выбора способов аппроксимации операторных уравнений;

3. должен владеть:

приемами доказательства сходимости приближенных схем;

4. должен продемонстрировать способность и готовность:

навыки численного решения граничных задач для дифференциальных уравнений и интегральных уравнений

### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 6 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение в теорию абстрактных схем	7	1-2	0	0	4	Письменное домашнее задание
2.	Тема 2. Операторы и операторные уравнения	7	3-4	0	0	4	Письменное домашнее задание
3.	Тема 3. Условия единственности решений	7	5-6	0	0	4	Контрольная работа
4.	Тема 4. Интегральные уравнения Фредгольма 2-го рода	7	7-8	0	0	4	Письменное домашнее задание
5.	Тема 5. Существование решений	7	9-10	0	0	4	Письменное домашнее задание
6.	Тема 6. Сходимость приближенной схемы	7	11-12	0	0	4	Контрольная точка
7.	Тема 7. Метод усечения БСЛАУ	7	13-14	0	0	4	Письменное домашнее задание
8.	Тема 8. Устойчивость приближенной схемы	7	15-16	0	0	4	Письменное домашнее задание
9.	Тема 9. Нелинейные приближенные схемы	7	17	0	0	2	Письменное домашнее задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
10.	Тема 10. Аппроксимация экстремальных задач	7	18	0	0	2	Контрольная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	6		0	0	0	Экзамен
	Итого			0	0	36	

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Введение в теорию абстрактных схем

###### **лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Параметрические семейства задач. Приближенные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений

##### Тема 2. Операторы и операторные уравнения

###### **лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Аппроксимация и интерполяция. Существование и единственность решения операторных уравнений. Обратимость линейных операторов. Априорные оценки погрешности

##### Тема 3. Условия единственности решений

###### **лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Обратимость слева аппроксимирующего оператора. Обратимость слева точного оператора

##### Тема 4. Интегральные уравнения Фредгольма 2-го рода

###### **лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Метод механических квадратур. Метод моментов (метод Галеркина). Распределения (обобщенные функции). Преобразование Фурье: S'-теория

##### Тема 5. Существование решений

###### **лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Квазирешения. Условия обратимости справа линейных операторов. Оценка невязок точного и аппроксимирующего уравнений

##### Тема 6. Сходимость приближенной схемы

###### **лабораторная работа (4 часа(ов)):**

S-сходимость и T-сходимость последовательности аппроксимирующих решений к точному решению

##### Тема 7. Метод усечения БСЛАУ

###### **лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Усечение в пространствах со сферической нормой. Усечение в пространствах с кубической нормой

##### Тема 8. Устойчивость приближенной схемы

###### **лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Переопределенные граничные задачи для уравнения Гельмгольца в полуполосе. Дифракция на вертикальной перегородке

##### Тема 9. Нелинейные приближенные схемы

###### **лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Достаточные условия сходимости приближенной схемы

##### Тема 10. Аппроксимация экстремальных задач

###### **лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Двойственные пространства и операторы. Аппроксимация двойственности.  
Бесконечномерное линейное программирование

### 4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Введение в теорию абстрактных схем	7	1-2	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
2.	Тема 2. Операторные уравнения	7	3-4	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
3.	Тема 3. Условия единственности решений	7	5-6	подготовка к контрольной работе	4	контрольная работа
4.	Тема 4. Интегральные уравнения Фредгольма 2-го рода	7	7-8	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
5.	Тема 5. Существование решений	7	9-10	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
6.	Тема 6. Сходимость приближенной схемы	7	11-12	подготовка к контрольной точке	4	контрольная точка
7.	Тема 7. Метод усечения БСЛАУ	7	13-14	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
8.	Тема 8. Устойчивость приближенной схемы	7	15-16	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
9.	Тема 9. Нелинейные приближенные схемы	7	17	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
10.	Тема 10. Аппроксимация экстремальных задач	7	18	подготовка к контрольной работе	2	контрольная работа
	Итого				36	

### 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Активные и интерактивные формы проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой.

### 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

#### Тема 1. Введение в теорию абстрактных схем

домашнее задание , примерные вопросы:

Изучение литературы, выполнение упражнений по темам: Параметрические семейства задач. Приближенные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений

## **Тема 2. Операторы и операторные уравнения**

домашнее задание , примерные вопросы:

Изучение литературы, выполнение упражнений по темам: Аппроксимация и интерполяция. Существование и единственность решения операторных уравнений. Обратимость линейных операторов. Априорные оценки погрешности

## **Тема 3. Условия единственности решений**

контрольная работа , примерные вопросы:

Проверка знаний по темам: Обратимость слева аппроксимирующего оператора. Обратимость слева точного оператора

## **Тема 4. Интегральные уравнения Фредгольма 2-го рода**

домашнее задание , примерные вопросы:

Изучение литературы, выполнение упражнений по темам: Метод механических квадратур. Метод моментов (метод Галеркина). Распределения (обобщенные функции). Преобразование Фурье: S'-теория

## **Тема 5. Существование решений**

домашнее задание , примерные вопросы:

Изучение литературы, выполнение упражнений по темам: Квазирешения. Условия обратимости справа линейных операторов. Оценка невязок точного и аппроксимирующего уравнений

## **Тема 6. Сходимость приближенной схемы**

контрольная точка , примерные вопросы:

Проверка знаний по теме: S-сходимость и T-сходимость последовательности аппроксимирующих решений к точному решению

## **Тема 7. Метод усечения БСЛАУ**

домашнее задание , примерные вопросы:

Изучение литературы, выполнение упражнений по темам: Усечение в пространствах со сферической нормой. Усечение в пространствах с кубической нормой

## **Тема 8. Устойчивость приближенной схемы**

домашнее задание , примерные вопросы:

Изучение литературы, выполнение упражнений по темам: Переопределенные граничные задачи для уравнения Гельмгольца в полуполосе. Дифракция на вертикальной перегородке

## **Тема 9. Нелинейные приближенные схемы**

домашнее задание , примерные вопросы:

Изучение литературы, выполнение упражнений по темам: Двойственные пространства и операторы. Аппроксимация двойственности. Бесконечномерное линейное программирование

## **Тема 10. Аппроксимация экстремальных задач**

контрольная работа , примерные вопросы:

Проверка знаний по теме: Достаточные условия сходимости приближенной схемы

## **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к экзамену:

Вопросы для экзамена:

1. Понятие абстрактных схем
2. Операторы
3. Операторные уравнения
4. Условия единственности решений
5. Интегральные уравнения Фредгольма 2-го рода
6. Существование решений
7. Сходимость приближенной схемы
8. БСЛАУ

9. Метод усечения
10. Устойчивость приближенной схемы
11. Нелинейные приближенные схемы
12. Аппроксимация экстремальных задач
13. Аппроксимация и интерполяция
14. Априорные оценки погрешности
15. Метод моментов (метод Галеркина)
16. Оценка невязок точного и аппроксимирующего уравнений

### 7.1. Основная литература:

1. Калиткин Н. Н. Численные методы: Учебное пособие / Калиткин Н.Н., - 2-е изд., исправленное. - СПб:БХВ-Петербург, 2015. - 587 с.  
<http://znanium.com/bookread2.php?book=944508>.
2. Бахвалов, Н.С. Численные методы. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. ? Электрон. дан. ? М. : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. ? 639 с. ? Режим доступа:  
<http://e.lanbook.com/book/70767>
3. Пантина И. В. Вычислительная математика [Электронный ресурс] : учебник / И. В. Пантина, А. В. Синчуков. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: МФПУ Синергия, 2012. - 176 с.  
<http://www.znanium.com/go.php?id=451160>

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Треногин В.А. Функциональный анализ. - М.: Наука, 1980. - 495 с.
2. Канторович Л.В., Акилов Г.П. Функциональный анализ. - М.: Наука, 1984. - 752 с.
3. Васильев Ф.П. Численные методы решения экстремальных задач : учебное пособие для студ.вузов,обуч.по спец.'Прикладная математика' / Ф.П. Васильев .? 2-е изд., перераб. и доп. ? Москва : Наука, 1988 .? 549с.
4. Сергеев С. Л. Архитектуры вычислительных систем: учебник. ? СПб.: БХВ-Петербург, 2010. ? 238 с.: ил. ? (Учебная литература для вузов). - ISBN 978-5-9775-0575-8.  
<http://znanium.com/go.php?id=351260>

### 7.3. Интернет-ресурсы:

[www.abcpnb.ru/RUS/Resour/AbsShe/z.pdf](http://www.abcpnb.ru/RUS/Resour/AbsShe/z.pdf) - [www.abcpnb.ru/RUS/Resour/AbsShe/z.pdf](http://www.abcpnb.ru/RUS/Resour/AbsShe/z.pdf)  
[www.abcpnb.ru/RUS/Resour/AbsShe/z.pdf](http://www.abcpnb.ru/RUS/Resour/AbsShe/z.pdf) - [www.abcpnb.ru/RUS/Resour/AbsShe/z.pdf](http://www.abcpnb.ru/RUS/Resour/AbsShe/z.pdf)  
[www.abcpnb.ru/RUS/Resour/AbsShe/z.pdf](http://www.abcpnb.ru/RUS/Resour/AbsShe/z.pdf) - [www.abcpnb.ru/RUS/Resour/AbsShe/z.pdf](http://www.abcpnb.ru/RUS/Resour/AbsShe/z.pdf)  
[www.abcpnb.ru/RUS/Resour/AbsShe/z.pdf](http://www.abcpnb.ru/RUS/Resour/AbsShe/z.pdf) - [www.abcpnb.ru/RUS/Resour/AbsShe/z.pdf](http://www.abcpnb.ru/RUS/Resour/AbsShe/z.pdf)  
[www.abcpnb.ru/RUS/Resour/AbsShe/z.pdf](http://www.abcpnb.ru/RUS/Resour/AbsShe/z.pdf) - [www.abcpnb.ru/RUS/Resour/AbsShe/z.pdf](http://www.abcpnb.ru/RUS/Resour/AbsShe/z.pdf)

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Абстрактные приближенные схемы" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:



Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. 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, УМК, 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 профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Лекции и лабораторные занятия по дисциплине проводятся в аудитории, оснащенной доской и мелом (маркером).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 01.03.04 "Прикладная математика" и профилю подготовки Математическое моделирование .

Автор(ы):

Плещинский Н.Б. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Бахтиева Л.У. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.