

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ
проф. Таюрский Д.А.

"__" _____ 20__ г.

Программа дисциплины

Методы сплайн-функций и их приложения

Направление подготовки: 01.04.01 - Математика

Профиль подготовки: Анализ на многообразиях

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

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, к.н. (доцент) Агачев Ю.Р. (Кафедра теории функций и приближений, отделение математики), Juriy.Agachev@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
ОПК-2	способностью создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках
ОПК-3	готовностью самостоятельно создавать прикладные программные средства на основе современных информационных технологий и сетевых ресурсов
ОПК-5	готовностью руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия
ПК-1	способностью к интенсивной научно-исследовательской работе
ПК-10	способностью к преподаванию физико-математических дисциплин и информатики в образовательных организациях основного общего, среднего общего, среднего профессионального и высшего образования
ПК-11	способностью и предрасположенностью к просветительной и воспитательной деятельности, готовность пропагандировать и популяризировать научные достижения
ПК-12	способностью к проведению методических и экспертных работ в области математики
ПК-2	способностью к организации научно-исследовательских и научно-производственных работ, к управлению научным коллективом
ПК-3	способностью публично представить собственные новые научные результаты
ПК-4	способностью к применению методов математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач
ПК-9	способностью различным образом представлять и адаптировать математические знания с учетом уровня аудитории

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

конструкции сплайн-функций, аппроксимативные и экстремальные свойства полиномиальных сплайнов минимальных степеней, их применение на практике

Должен уметь:

строить для непрерывных и гладких функций устойчивые и сходящиеся приближения сплайн-функциями

Должен владеть:

методами построения вычислительных схем сплайн-методов решения интегральных и дифференциальных уравнений

Должен демонстрировать способность и готовность:

к исследованию возможности применения аппарата сплайн-функций для приближения явно заданной функции, а также функции, являющейся решением

определенного функционального уравнения

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.4 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.04.01 "Математика (Анализ на многообразиях)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 1 курсе в 2 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 - 42 часа(ов), в том числе лекции - 14 часа(ов), практические занятия - 28 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 66 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен во 2 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. Полиномиальные сплайны	2	1	3	0	9
2.	Тема 2. Сплайны нулевой и первой степени	2	3	2	0	5
3.	Тема 3. Сплайны нечетной степени. Кубические сплайны	2	2	6	0	14
4.	Тема 4. Сплайны четной степени. Параболические сплайны	2	2	4	0	12
5.	Тема 5. Эрмитовые сплайны, сплайны на бесконечном промежутке	2	2	6	0	12
6.	Тема 6. Приложения сплайнов к решению интегральных, дифференциальных и интегро-дифференциальных уравнений	2	4	7	0	14
	Итого		14	28	0	66

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Полиномиальные сплайны

Общее определение сплайнов. Представления сплайнов. Полиномиальные интерполяционные сплайны. Возникновение сплайн-функций в прикладных задачах. Выбор узлов сплайна и узлов интерполяции.

Тема 2. Сплайны нулевой и первой степени

Аппроксимативные свойства интерполяционных сплайнов нулевой и первой степени. Экстремальное свойство сплайнов первой степени. Интерполяционные в среднем и "усредненные" сплайны нулевой и первой степени и их аппроксимативные свойства

Тема 3. Сплайны нечетной степени. Кубические сплайны

Краевые условия. Построение интерполяционных кубических сплайнов. Аппроксимативные свойства (случаи непрерывных и гладких функций). Экстремальное свойство интерполяционных сплайнов с естественными краевыми условиями. Интерполяционные свойства нечетной степени и их аппроксимативные и экстремальные свойства. Двумерные сплайны нечетной степени

Тема 4. Сплайны четной степени. Параболические сплайны

Краевые условия и построение интерполяционных параболических сплайнов. Погрешность интерполирования параболическими сплайнами в случае непрерывных и гладких функций. Экстремальное свойство интерполяционных параболических сплайнов. Двумерные сплайны четной степени

Тема 5. Эрмитовые сплайны, сплайны на бесконечном промежутке

Интерполяционные эрмитовые сплайны и их аппроксимативные свойства.

Интерполяционные сплайны по равномерному разбиению на бесконечном промежутке. Сравнение аппарата сплайнов и алгебраических многочленов

Тема 6. Приложения сплайнов к решению интегральных, дифференциальных и интегро-дифференциальных уравнений

Методы коллокации, подобластей и механических квадратур решения интегральных уравнений с полярными ядрами. Методы коллокации и подобластей решения задачи Коши и краевой задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений. Методы коллокации и подобластей решения интегро-дифференциальных уравнений

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)

Федеральный портал Российское образование - <http://window.edu.ru/>

ЭБС "Znanium.com" - <http://znanium.com>

ЭБС "Лань" - <http://e.lanbook.com>

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

При изучении курса следует обратить внимание на следующие моменты:

- 1) на условия, при которых возможно построение локальных сплайнов;
- 2) на связь узлов сплайна и узлов интерполяции;
- 3) на классы функций, на которых интерполяционные сплайны решают экстремальную задачу.

При подготовке к устному опросу обратить внимание:

- 1) на соотношение между узлами сплайна и узлами интерполяции в случае интерполяционных сплайнов четной степени;
- 2) на выбор краевых условий с учетом дифференциальных свойств интерполируемой функции;
- 3) на экстремальные свойства интерполяционных сплайнов нечетной степени;
- 4) на явление насыщаемости для полиномиальных интерполяционных сплайнов;
- 5) на аппроксимативные свойства интерполяционных сплайнов минимальных степеней;
- 6) на условия интерполяции при построении интерполяционных в среднем сплайнов;
- 7) на особенности построения интерполяционного эрмитового сплайна четной степени.

При подготовке к тестированию обратить внимание:

- 1) на построение системы алгебраических уравнений для определения параметров интерполяционного кубического сплайна ;
- 2) на экстремальные свойства интерполяционных кубических сплайнов;
- 3) на явление насыщаемости для полиномиальных интерполяционных кубических сплайнов;
- 4) на выбор краевых условий с учетом дифференциальных свойств интерполируемой функции;
- 5) на аппроксимативные свойства интерполяционных кубических сплайнов.

При подготовке к контрольной работе обратить внимание:

- 1) на отличия в выборе краевых условий при решении дифференциальных уравнений сплайн-методами;
- 2) на аппроксимативные свойства сплайнов, скорость сходимости интерполяционного процесса;
- 3) на вычислительные схемы сплайн-методов коллокации и подобластей решения интегральных, дифференциальных и интегро-дифференциальных уравнений;
- 4) на особенности построения вычислительной схемы сплайн-метода механических квадратур для интегрального уравнения с полярным ядром.

При подготовке к экзамену обратить внимание:

- 1) на определения полиномиальных сплайнов, эрмитовых сплайнов;
- 2) на специальный выбор узлов сплайна и узлов интерполяции при построении нелокальных сплайнов четной степени;
- 3) на выбор краевых условий при построении интерполяционного сплайна и при аппроксимации решения уравнения сплайн-функцией;
- 4) на условия на невязку при построении вычислительных схем методов коллокации и подобластей;
- 5) на вычислительную схему метода квадратур решения интегрального уравнения в случае непрерывного, фредгольмового и полярного ядра.

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.

Компьютерный класс.

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 01.04.01 "Математика" и магистерской программе "Анализ на многообразиях".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.4 Методы сплайн-функций и их приложения

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 01.04.01 - Математика

Профиль подготовки: Анализ на многообразиях

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

Основная литература:

1. Захарова Т. В. Вейвлет-анализ и его приложения: Учебное пособие / Т.В. Захарова, О.В. Шестаков. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: ИНФРА-М, 2012. - 158 с. - (Высшее образование)
ISBN 978-5-16-005056-0 (<http://znanium.com/catalog.php?item=bookinfo&book=234103>)

Дополнительная литература:

1. Алберг Дж. Теория сплайнов и ее приложения / Дж. Алберг, Э. Нильсон, Дж. Уолш. - М.: Мир, 1972. - 319 с.
2. Габдулхаев Б.Г. Численный анализ сингулярных интегральных уравнений / Б.Г. Габдулхаев. - Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1995. - 232 с.
3. Завьялов Ю.С. Методы сплайн-функций / Ю.С. Завьялов, Б.И. Квасов, В.Л. Мирошниченко. - М.: Наука, 1980.
4. Квасов Б.И. Численные методы анализа и линейной алгебры. Использование Matlab и Scilab / Б.И. Квасов. - СПб.: Изд-во 'Лань', 2016. - 328 с. -
(Учебники для вузов. Специальная литература) (<https://e.lanbook.com/book/71713>)
5. Корнейчук Н.П. Сплайны в теории приближения / Н.П. Корнейчук. - М.: Наука, 1984. - 352 с.
6. Лоран П.-Ж. Аппроксимация и оптимизация / П.-Ж. Лоран. - М.: Мир, 1975. - 496 с.
7. Макаров В.Л. Сплайн-аппроксимация функций / В.Л. Макаров, В.В. Хлобыстов. - М.: Высшая школа, 1983.
8. Стечкин С.Б. Сплайны в вычислительной математике / С.Б. Стечкин, Ю.Н. Субботин. - М.: Наука, 1976.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.4 Методы сплайн-функций и их приложения

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

Направление подготовки: 01.04.01 - Математика

Профиль подготовки: Анализ на многообразиях

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

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.