МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе, качеству образования – первый проректор
_____ Хагуров Т.А.
28 мая 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ФТД.В.02
ЭФФЕКТИВНЫЕ АЛГОРИТМЫ АЛГЕБРЫ И АНАЛИЗА

Направление подготовки
02.03.01 Математика и компьютерные науки
Направленность (профиль)
«Математическое и компьютерное моделирование»
Форма обучения очная
Квалификация бакалавр

Краснодар 2021

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 784646E3066E8274355AC2198BDD2E1D
Владелец: Хагуров Темыр Айтечевич
Действителен: с 25.07.2022 до 18.10.2023

Рабочая программа дисциплины «Эффективные алгоритмы алгебры и анализа» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 02.03.01 Математика и компьютерные науки.

Программу составил:

Лежнев А. В., доцент, канд. физ.-мат. наук, доцент 

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры математических и компьютерных методов, протокол № 10 от 08.04.2021.

Заведующий кафедрой
математических и компьютерных методов Лежнев А. В. 

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета математики и компьютерных наук, протокол № 3 от 12.05.2021.

Председатель УМК факультета математики
и компьютерных наук Шмалько С. П. 

Рецензенты:

Савенко И. В., коммерческий директор ООО «РосГлавВино»

Никитин Ю. Г., доцент кафедры теоретической физики и компьютерных технологий ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

Подготовка в области применения современной вычислительной техники для решения практических задач математического и компьютерного моделирования, информатики; получение высшего (на уровне бакалавра) образования, позволяющего выпускнику успешно работать в избранной сфере деятельности с применением современных компьютерных технологий.

1.2 Задачи дисциплины

Ознакомление студентов с возможностями современных вычислительных методов для решения прикладных задач, современными технологиями программирования, научить применять их на практике.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Эффективные алгоритмы алгебры и анализа» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, и является факультативной дисциплиной.

Знания и умения, приобретенные студентами в результате изучения дисциплины, будут использоваться при изучении общих и специальных курсов, при выполнении курсовых работ, связанных с применением вычислительных методов и компьютерных технологий.

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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций.

Код и наименование индикатора* достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1 – Способен демонстрировать базовые знания математических и естественных наук, основ программирования и информационных технологий	
ПК-1.1 – Демонстрирует навыки решения задач математического анализа, линейной алгебры и аналитической геометрии, используя фундаментальные знания, полученные в области данных математических дисциплин	Знает основные методы критического анализа и основы системного подхода как общенаучного метода
	Умеет анализировать задачу, используя основы критического анализа и системного подхода
	Умеет осуществлять поиск необходимой для решения поставленной задачи информации, критически оценивая надежность различных источников информации
ПК-1.2 – Демонстрирует навыки программирования подготовленных алгоритмов решения вычислительных задач, разработки структуры и программирования реляционных баз данных, а также экспертных систем	Знает принципы, критерии, правила построения суждения и оценок
	Умеет формировать собственные суждения и оценки, грамотно и логично аргументируя свою точку зрения
	Умеет применять теоретические знания в решении практических задач
ПК-1.3 – Владеет сетевыми технологиями, в том числе, основами теории нейронных сетей	Знает основные принципы построения вычислительной технологии сетевого типа
	Умеет выбрать программное обеспечение для решения поставленной задачи, в том числе – топологию нейронной сети

Код и наименование индикатора* достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
	Владеет методиками отладки сетевых программ
ПК-1.4 – Собирает и анализирует научно- техническую информацию с учетом базовых представлений, полученных в области фундаментальной математики, механики, естественных наук, программирования и информационных технологий	Знает основные функции математических пакетов программ для проведения символических вычислений
	Умеет проводить формальные доказательства математических результатов на основе аксиоматически заданных свойств объектов и операций
	Владеет навыками обеспечения корректности выполнения алгебраических операций компьютерными средствами

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зачётных единицы (72 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Виды работ		Всего, часов	6 семестр, часов
Контактная работа, в том числе:		**34,2**	**34,2**
Аудиторные занятия (всего):		**34**	**34**
занятия лекционного типа		16	16
лабораторные занятия		–	–
практические занятия		18	18
Иная контактная работа:		**0,2**	**0,2**
Контроль самостоятельной работы (КСР)		–	–
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2
Самостоятельная работа, в том числе:		**37,8**	**37,8**
проработка учебного (теоретического) материала		16	16
подготовка к практическим занятиям		18	18
подготовка к текущему контролю		3,8	3,8
Контроль:			
Подготовка к зачёту		–	–
Общая трудоемкость	**часов**	**72**	**72**
	в том числе контактная работа	**34,2**	**34,2**
	зач. ед.	**2**	**2**

2.2 Структура дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	Прямые и итерационные методы решения СЛАУ	24	6	6	–	12,0

2	Интерполяция, аппроксимация и численное интегрирование	22	4	6	–	12,0
3	Решение дифференциальных уравнений	25,8	6	6	–	13,8
	ИТОГО по разделам дисциплины	71,8	16	18	–	37,8
	КСР	–	–	–	–	–
	ИКР	0,2	–	–	–	0,2
	Подготовка к текущему контролю	–	–	–	–	–
	Общая трудоемкость по дисциплине	72	16	18	–	38

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа.

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1.	Прямые и итерационные методы решения СЛАУ	Методы решения систем линейных уравнений. Метод Гаусса. Выбор главного элемента. Методы решения систем линейных уравнений. Метод Жордана. Вычисление определителя и обратной матрицы. Конечные методы решения систем линейных уравнений. Общая характеристика и сравнение методов. Итерационные методы решения систем линейных уравнений. Методы итераций и Зейделя. Сходимость метода итераций. Метод релаксации.	РГЗ
2.	Интерполяция, аппроксимация и численное интегрирование	Интерполяция, экстраполяция, аппроксимация функций. Приложения интерполяции и аппроксимации. Квадратурные формулы Гаусса-Кронрода. Интерполяционные полиномы. Интерполяционные полиномы. Полином Лагранжа. Оценка погрешности полинома Лагранжа. Интерполяционные полиномы Лобатто. Разделенные разности. Полином Ньютона. Полиномы Чебышева и его свойства. Полином наилучшего равномерного приближения. Сплайн-интерполяция. Кубический сплайн. Метод наименьших квадратов. Формулы Ньютона-Котеса. Методы численного интегрирования. Однократный и многократный методы. Методы прямоугольников, трапеций и Симпсона. Метод Рунге практической оценки погрешности.	РГЗ
3.	Решение дифференциальных уравнений	Численные методы решения задачи Коши. Методы Рунге-Кутта. Методы решения краевых задач. Метод стрельбы. Сеточный метод. Метод прогонки. Методы решения дифференциальных уравнений в частных производных. Сеточный метод. Разностная аппроксимация. Явные и неявные схемы. Шаблон. Устойчивость и сходимость метода. Решение дифференциальных уравнений в частных производных. Решение уравнения теплопроводности. Разностные схемы. Метод Галёркина.	РГЗ

2.3.2 Занятия семинарского типа.

№	Наименование раздела	Тематика практических занятий (семинаров)	Форма текущего контроля
1.	Прямые и итерационные методы решения СЛАУ	Прямые методы решения СЛАУ. Итерационные методы решения СЛАУ.	Решение задач
2.	Интерполяция, аппроксимация и численное интегрирование	Интерполяция функций разного типа. Аппроксимация функций разного типа. Численное интегрирование функций разного типа.	Решение задач
3.	Решение дифференциальных уравнений	Решение дифференциальных уравнений.	Решение задач

2.3.3 Лабораторные занятия.

Лабораторные занятия учебным планом не предусмотрены.

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы учебным планом не предусмотрены.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа,

– в форме аудиофайла,

– в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа,

– в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии.

Лекции, практические занятия, контрольные работы, коллоквиумы, зачеты и экзамен. К образовательным технологиям относятся интерактивные методы обучения. Интерактивность подачи материала по дисциплине «Эффективные алгоритмы алгебры и анализа » предполагает не только взаимодействия вида «преподаватель - студент» и «студент - преподаватель», но и «студент - студент». Все эти виды взаимодействия хорошо достигаются при изложении материала на практических занятиях и в процессе докладов с использованием компьютерных технологий.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

Примерный перечень лабораторных заданий для Разделов 1-3.

1. Используя метод наименьших квадратов, построить аппроксимационный полином для произвольного заданного набора.
2. Применяя метод наименьших квадратов, решить задачу 1

$$y''(x) + y(x) = 1, \qquad y(0) = 1, y(1) = 0.$$

и сравнить результаты с методом Галёркина.

3. Известными методами найти аналитическое решение задачи и сравнить точность аппроксимации.
4. Написать процедуру для определения нулей полиномов Лобатто порядка N=3,4,6.
5. Написать процедуру вычисления значений интерполяционных полиномов Лобатто порядка N=3,4,6.
6. Написать процедуру для расчёта значений любого многочлена Гаусса-Лежандра-Лобатто порядка N=4,5,7.
7. Написать процедуру вычисления значений полиномов Чебышева произвольного порядка.
8. Написать процедуру вычисления значений Гаусса-Чебышева-Лобатто для произвольного порядка.
9. Написать процедуру разложения произвольной аналитической функции f(x) на отрезке [a,b] по полиномам Гаусса-Чебышева-Лобатто до порядка N включительно.
10. Написать процедуру вычисления интегралов на основе квадратурных формул, использующих нули полиномов Чебышева.
11. Написать процедуру вычисления интегралов на основе квадратурных формул, использующих точки Гаусса-Лежандра-Лобатто.
12. Записать вариационную формулировку задачи Дирихле для уравнения Пуассона в слабой постановке.
13. Численно решить одномерное уравнения Гельмгольца

$$\frac{\mathrm{d}^2u(x)}{\mathrm{d}x^2} - k^2u(x) = -f(x)$$

с граничными условиями

$$a_1\frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}x}(a) + b_1u(a) = c_1,$$

$$a_2\frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}x}(b) + b_2u(b) = c_2.$$

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

Примерный перечень вопросов к зачёту.

1. Метод Гаусса
2. Метод Гаусса-Жордана
3. Метод квадратного корня
4. Метод Якоби
5. Метод Зейделя
6. Метод наискорейшего спуска
7. Метод Хаусхолдера
8. Метод Ланцоша
9. Метод обратных итерациий
10. Интерполирование с помощью многочлена Лагранжа

11. Интерполяционные полиномы Гаусса-Чебышева-Лобатто.
12. Интерполяционные полиномы Гаусса-Лежандра-Лобатто.
13. Аппроксимация полиномами Берштейна.
14. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса
15. Квадратурные формулы Гаусса
16. Квадратурные формулы Гаусса-Кронрода
17. Метод Рунге
18. Метод Адамса

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:
– в печатной форме увеличенным шрифтом,
– в форме электронного документа.
Для лиц с нарушениями слуха:
– в печатной форме,
– в форме электронного документа.
Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в печатной форме,
– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).

5.1 Учебная литература

1. Афанасьев, К.Е. Основы высокопроизводительных вычислений : учебное пособие / К.Е. Афанасьев, И.В. Григорьева, Т.С. Рейн. - Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2012. - Т. 3. Параллельные вычислительные алгоритмы. - 185 с. - ISBN 978-5-8353-1546-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232205

3. Зализняк, В. Е. Численные методы. Основы научных вычислений : учебник и практикум для академического бакалавриата / В. Е. Зализняк. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательство Юрайт, 2018. – 356 с. – (Серия : Бакалавр. Академический курс). – ISBN 978-5-534-02714-3. – URL: https://biblio-online.ru/book/9D9516CB-A065-4497-9062-5D8C77D8E644/chislennye-metody-osnovy-nauchnyh-vychisleniy

4. Пименов, В. Г. Численные методы в 2 ч. Ч. 1 : учебное пособие для вузов / В. Г. Пименов. – М. : Издательство Юрайт, 2018. – 111 с. – (Серия : Университеты России). –

ISBN 978-5-534-04681-6. – URL: https://biblio-online.ru/book/E2DB1B52-AC50-4959-9E63-7FFE2239DC88/chislennye-metody-v-2-ch-ch-1

5. Пименов, В. Г. Численные методы в 2 ч. Ч. 2 : учебное пособие для вузов / В. Г. Пименов, А. Б. Ложников. – М. : Издательство Юрайт, 2018. – 107 с. – (Серия : Университеты России). – ISBN 978-5-534-04683-0. – URL: https://biblio-online.ru/book/513A504B-789E-49C9-B42D-A5961E985F14/chislennye-metody-v-2-ch-ch-2

5.3. Периодические издания:

1. Журнал "Вычислительная механика сплошных сред" http://www2.icmm.ru/journal/
2. Аэрокосмический научный журнал. http://195.19.40.138/rub/770360/index.html

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).

1. Образовательный математический сайт Exponenta. — URL: www.old.exponenta.ru
2. Мир математических уравнений. Учебно-образовательная физико-математическая библиотека. Электронная библиотека содержит DjVu- и PDF-файлы учебников, учебных пособий, сборников задач и упражнений, конспектов лекций, монографий, справочников и диссертаций по математике, механике и физике. Все материалы присланы авторами и читателями или взяты из Интернета (из www архивов открытого доступа). Основной фонд библиотеки составляют книги, издававшиеся тридцать и более лет назад. — URL: http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library.htm
3. Федеральный портал "Российское образование". Каталог образовательных ресурсов. . — URL: http://www.edu.ru/modules.php?op=modload&name=Web_Links&file=index&l_op=viewlink&cid=1314

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

В курсе используются следующие методы и формы работы:

– лекции;

– лабораторные занятия в компьютерном классе (2 часа в неделю, выполняются задания на компьютерах и обсуждаются основные вопросы домашних заданий).

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

8.1 Перечень информационных технологий

– Компьютерное тестирование по итогам изучения разделов дисциплины.

– Проверка домашних заданий.

– Использование электронных презентаций при проведении практических занятий.

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения

1. Операционная система MS Windows.
2. MATLAB.

8.3 Перечень информационных справочных систем

1. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (http://www.elibrary.ru)/

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Распределение видов материально-технического обеспечения по видам занятий представлено в таблице.

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа (302Н, 303Н, 308Н, 309Н, 505А, 507А)	Мебель: учебная мебель. Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	средство подготовки презентаций MS PowerPoint; математический пакет MATLAB
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций (301Н, 309Н, 316Н, 320Н)	Мебель: учебная мебель. Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер с доступом к сети «Интернет» и в электронную информационно-образовательную среду организации	Интернет-браузеры для просмотра сайтов в сети Интернет; средство подготовки презентаций MS PowerPoint; математический пакет MATLAB
Учебные аудитории для проведения текущей и промежуточной аттестации (301Н, 302Н, 303Н, 307Н, 308Н, 308На, 309Н, 310Н, 312Н, 314Н, 316Н, 318Н, 320Н)	Мебель: учебная мебель. Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Математический пакет MATLAB

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, вебкамеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Интернет-браузеры для просмотра сайтов в сети Интернет; средство подготовки презентаций MS PowerPoint

Помещение для самостоятельной работы обучающихся (301Н, 302Н, 303Н, 307Н, 308Н, 308На, 309Н, 310Н, 312Н, 314Н, 316Н, 318Н, 320Н)	Мебель: учебная мебель. Подключение к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации	Интернет-браузеры для просмотра сайтов в сети Интернет; средство подготовки презентаций MS PowerPoint