

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)

Б1.В.ДВ.02.02

**ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ
ЗАДАЧ ЛИНЕЙНОЙ АЛГЕБРЫ**

Направление подготовки

02.03.01 Математика и компьютерные науки

Направленность (профиль)

«Математическое и компьютерное моделирование»

Форма обучения

очная

Квалификация

бакалавр

Краснодар 2021

Рабочая программа дисциплины «Численные методы решения задач линейной алгебры» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 02.03.01 Математика и компьютерные науки

Программу составил:

Программу составила:

Качанова И. А., канд. физ.-мат. наук, доцент


подпись

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.

Целями освоения дисциплины «Численные методы решения задач линейной алгебры» являются:

- приобретение профессиональных навыков в использовании численных методов при решении задач математического моделирования,
- умение организовать и применять численные расчеты для анализа математических моделей, выбирая для этого наиболее адекватные средства.

1.2 Задачи дисциплины.

Задачи дисциплины «Численные методы решения задач линейной алгебры»:

- актуализация и развитие знаний в области численного решения задач математического моделирования;
- развитие навыков численного решения задач математического моделирования;
- развитие навыков написания и отладки программы для реализации необходимых численных методов, проведения тестовых расчётов и анализа их результатов.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина по выбору «Численные методы решения задач линейной алгебры» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, и является дисциплиной по выбору.

Для изучения дисциплины необходимо знание основ математического анализа и линейной алгебры. Знания, получаемые при изучении курса, используются при изучении других дисциплин профессионального цикла. Дисциплина направлена на формирование знаний и умений обучающихся численно решать задачи математического моделирования, обеспечивает способность у обучающихся к теоретико-методологическому анализу возникающих проблем, формирование необходимых компетенций. Изучение этой дисциплины готовит обучаемых к различным видам как практической, так и теоретической, исследовательской деятельности.

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 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	Знает принципы, критерии, правила построения суждения и оценок

Код и наименование индикатора* достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
алгоритмов решения вычислительных задач, разработки структуры и программирования реляционных баз данных, а также экспертных систем	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
	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
ПК-4 – Способен преподавать математику и информатику в средней школе, специальных учебных заведениях на основе полученного фундаментального образования и научного мировоззрения	
ПК-4.1 – Понимает и объясняет место преподаваемого предмета в структуре учебной деятельности; возможности предмета по формированию УУД; специальные приемы вовлечения в учебную деятельность по предмету обучающихся с разными образовательными потребностями; устанавливать контакты с обучающимися разного возраста и их родителями (законными представителями), другими педагогическими и иными работниками; современные педагогические технологии реализации компетентностного подхода с учетом возрастных и индивидуальных особенностей обучающихся; методы и технологии поликультурного, дифференцированного и развивающего обучения	Знает основные понятия, методы и результаты теории численного решения задач линейной алгебры
	Умеет численно решать типовые задачи линейной алгебры
	Владеет навыками применения методов численного решения задач линейной алгебры
ПК-4.3 – Владеет навыками обучения и диагностики образовательных результатов с учетом специфики учебной дисциплины и реальных учебных возможностей всех категорий обучающихся; приемами оценки образовательных результатов: формируемых в преподаваемом предмете предметных и метапредметных	Знает основы методологии преподавания численного решения задач линейной алгебры
	Умеет систематизированно излагать основные понятия, методы и результаты численного решения задач линейной алгебры
	Владеет навыками преподавания основ численного решения задач линейной алгебры

Код и наименование индикатора* достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
компетенций, а также осуществлять (совместно с психологом) мониторинг личностных характеристик	

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач. ед., их распределение по видам работ представлено в таблице

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)
			5
Контактная работа, в том числе:		40,2	40,2
Аудиторные занятия (всего)		34	34
Занятия лекционного типа		16	16
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		–	–
Лабораторные занятия		18	18
Иная контактная работа:		6,2	6,2
Контроль самостоятельной работы (КСР)		6	6
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2
Самостоятельная работа, в том числе:		67,8	67,8
Проработка учебного (теоретического) материала		30	30
Подготовка к лабораторным работам		30	30
Подготовка к текущему контролю		7,8	7,8
Общая трудоёмкость	час.	108	108
	в том числе контактная работа	40,2	40,2
	зач. ед	3	3

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоёмкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1	Решение систем линейных алгебраических уравнений: прямые методы	28	4	–	4	20
2	Решение систем линейных алгебраических уравнений: итерационные методы	44	6	–	8	30
3	Методы решения задач на собственные значения	29,8	6	–	6	17,8
	<i>Итого по дисциплине:</i>	108	16	–	18	67,8

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	2	3	4
1	Решение систем линейных алгебраических уравнения: прямые методы	Устойчивость решения систем линейных алгебраических уравнений. Примеры неустойчивых систем. Метод Гаусса, выбор главного элемента. Метод квадратного корня. Метод прогонки. Оптимизация алгоритмов.	
2	Решение систем линейных алгебраических уравнения: итерационные методы	Двухслойные итерационные методы. Сходимость, условия сходимости. Примеры итерационных методов (Якоби, релаксации), их сходимость. Итерационные методы вариационного типа (метод минимальных невязок, метод наискорейшего спуска), их сходимость.	
3	Методы решения задач на собственные значения	Метод прямой и обратной итерации. Оценка скорости сходимости. Метод вращений. Оценка скорости сходимости.	

2.3.2 Занятия семинарского типа.

Занятия семинарского типа не предусмотрены

2.3.3 Лабораторные занятия.

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	3	4
1	Решения СЛАУ методом Гаусса с оптимальным использованием памяти компьютера	ЛР
2	Решения СЛАУ методом квадратного корня с оптимальным использованием памяти компьютера.	ЛР
3	Решение 3-х диагональной СЛАУ методом прогонки.	ЛР
4	Решение 5-ти диагональной СЛАУ методом прогонки.	ЛР
5	Решения СЛАУ методом Якоби	ЛР
6	Решения СЛАУ методом Зейделя	ЛР
7	Решения СЛАУ методом верхней релаксации	ЛР
8	Метод вращений с оптимальным умножением	ЛР
9	Метод обратной итерации для отыскания второго собственного числа.	ЛР

Защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т) и т.д.

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы не предусмотрены

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

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Проработка учебного (теоретического) материала	Литература из основного списка, конспект лекций
2	Подготовка к текущему контролю	Литература из основного и дополнительного списков, конспект лекций

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 форме электронного документа,

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа,

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии.

Лекции, лабораторные занятия, контрольные работы, зачет.

Разбор практических задач и примеров, моделирование ситуаций, приводящих к тем или иным ошибкам в программе, выработка навыков выявления и исправления ошибок в процессе написания программы. Построение тестовых примеров для выявления ошибок в программе и сравнения эффективности различных алгоритмов.

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.

1. Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений:

- метод Гаусса, выбор главного элемента;

- метод квадратного корня;

- метод прогонки для решения 3-х и 5-ти диагональных систем;

- оптимизация алгоритмов.

2. Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений:

- двухслойные итерационные методы. Сходимость, условия сходимости;

- примеры итерационных методов (Якоби, релаксации), их сходимость;

- итерационные методы вариационного типа (метод минимальных невязок, метод наискорейшего спуска), их сходимость.

3. Методы решения задач на собственные значения:

- метод прямой и обратной итерации. Оценка скорости сходимости;

- метод вращений. Оценка скорости сходимости.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

Задание 1. Решить СЛАУ методом Гаусса с оптимальным использованием памяти компьютера.

Задание 2. Решить СЛАУ методом квадратного корня с оптимальным использованием памяти компьютера.

Задание 3. Решить 3-х диагональную СЛАУ методом прогонки.

Задание 4. Решить 5-ти диагональную СЛАУ методом прогонки.

Задание 5. Решить СЛАУ методом Якоби.

Задание 6. Решить СЛАУ методом Зейделя.

Задание 7. Решить СЛАУ методом верхней релаксации.

Задание 8. Найти собственные числа и собственные вектора симметричной матрицы методом вращения с оптимальным умножением.

Задание 9. Найти второе по величине собственное число и соответствующий собственный вектор методом обратной итерации.

Для получения зачёта студент должен выполнить и сдать преподавателю полученные практические семестровые задания.

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 форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– 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 Основная литература:

1. Фаддеев, Д.К. Вычислительные методы линейной алгебры [Электронный ресурс] : учеб. / Д.К. Фаддеев, В.Н. Фаддеева. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург : Лань, 2009. – 736 с. – ISBN 978-5-8114-0317-2 – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/400>

2. Рябенский, В. С. Введение в вычислительную математику [Электронный ресурс] / В. С. Рябенский. - 3-е изд., испр. и доп. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 288 с. - (Физтехковский учебник). - ISBN 978-5-9221-0926-0. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/544692>

3. Срочко, В.А. Численные методы. Курс лекций: учебник / В.А. Срочко.– М : Издательство "Лань", 2010. – 208 с. – ISBN 978-5-8114-1014-9. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/378> (06.04.2018).

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах.

5.2 Дополнительная 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>

2. Демидович, Б.П. Основы вычислительной математики: учеб. пособие / Б.П. Демидович, И.А. Марон. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург : Лань, 2011. – 672 с. – ISBN 978-5-8114-0695-1 - [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/2025> (06.04.2018).

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/chislennyye-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/chislennyye-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/chislennyye-metody-v-2-ch-ch-2>

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

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

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной теоретический материал, рассматриваются основные приёмы решения задач и решаются примеры практических задач.

Лабораторные занятия позволяют научить студента применять теоретические знания при решении и исследовании конкретных задач. Лабораторные занятия проводятся в компьютерных классах, при этом практикуется работа в группах. Это обусловлено тем, что в процессе исследования часто встречаются задачи, для которых единых подходов не существует. Каждая конкретная задача при своем исследовании имеет множество подходов, а это требует разбора и оценки целой совокупности конкретных ситуаций. Этот подход особенно широко используется при определении адекватности математической модели и результатов вычислительного эксперимента.

Важнейшим этапом курса является самостоятельная работа по дисциплине «Численные методы решения задач линейной алгебры», во время которой студенты осуществляют проработку необходимого материала, используя литературу из основного и дополнительного списков, готовятся к текущему контролю, изучая примеры задач, рассмотренных на лекциях и на практических занятиях.

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.

Освоение курса «Численные методы решения задач линейной алгебры» предполагает теоретическое изучение компьютерных технологий и проведение практических занятий с использованием компьютера.

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

Компиляторы для программирование на языке C++.

8.3 Перечень информационных справочных систем:

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	Компиляторы для программирование на языке C++.
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; Компиляторы для программирование на языке C++.
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	Компиляторы для программирование на языке C++.

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, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Интернет-браузеры для просмотра сайтов в сети Интернет; Компиляторы для программирование на языке C++.
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; Компиляторы для программирование на языке C++.