

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Петрозаводский государственный университет

Институт математики и информационных технологий
Кафедра прикладной математики и кибернетики

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

_____ К.Г. Тарасов

« ____ » _____ 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ОСНОВЫ РАБОТЫ В СИСТЕМАХ КОМПЬЮТЕРНОЙ АЛГЕБРЫ

Направление подготовки бакалавриата
01.03.01 Математика

Профиль направления подготовки бакалавриата
«Математика в образовании, фундаментальных
и прикладных исследованиях»

Форма обучения очная

Петрозаводск
2019

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10.01.2018 г. № 8, и учебным планом по направлению подготовки бакалавриата 01.03.01 Математика (профиль «Математика в образовании, фундаментальных и прикладных исследованиях»).

Разработчик:

Перепечко Сергей Николаевич, доцент кафедры прикладной математики и кибернетики Института математики и информационных технологий ПетрГУ, кандидат физико-математических наук

Эксперт:

Семёнова Елена Евгеньевна, доцент кафедры прикладной математики и кибернетики Института математики и информационных технологий ПетрГУ, кандидат физико-математических наук, доцент

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры прикладной математики и кибернетики

Протокол № ____ от «_____» _____ 2019 г.

И. о. заведующего кафедрой _____ И. В. Пешкова, кандидат физико-математических наук, доцент

СОГЛАСОВАНО:

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании учебно-методической комиссии Института математики и информационных технологий.

Протокол № ____ от «_____» июня 2019 г.

Директор института _____ Н.Ю. Светова, кандидат физико-математических наук, доцент

Начальник методического отдела
учебно-методического управления ПетрГУ _____ И.В. Маханькова

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) бакалавриата

1.1. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины и индикаторы достижения компетенций:

Код компетенции. Этап формирования компетенции	Формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-4 основной	Способен решать задачи профессиональной деятельности с использованием существующих информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	ОПК-4.1. Знает основные понятия и определения, используемые в теории и практике применения информационно-коммуникационных технологий в науке и образовании, информационные ресурсы и базы данных в сфере научных исследований и образовании. ОПК-4.2. Умеет применять прикладное программное обеспечение для решения задач в профессиональной деятельности, науке и образовании, самостоятельно расширять и углублять знания в области информационных технологий. ОПК-4.3. Имеет навыки решения задач профессиональной деятельности с использованием информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.

1.2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- классификацию систем компьютерной алгебры; основные классы задач, разрешимых встроенными средствами системы;
- способы обмена данными между различными системами компьютерной математики; принципы реализации смешанных символьно-численных алгоритмов.

Уметь:

- пользоваться встроенной в систему энциклопедией математических функций; работать с готовыми шаблонами решения типовых задач;
- подгружать (и выгружать) дополнительные компоненты системы, необходимые для решения задач из специализированных областей.

Владеть:

- основными приёмами упрощения и трансформации алгебраических выражений с учётом ограничений, наложенных на переменные;
- навыками конфигурирования среды разработки и отладки символьных и численных алгоритмов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата и язык преподавания

Дисциплина «Основы работы в системах компьютерной алгебры» входит в обязательную (базовую) часть учебного плана основной образовательной программы бакалавриата по данному направлению подготовки и является обязательной для изучения.

Согласно учебному плану дисциплина проводится в 4 семестре.

Изучение дисциплины опирается на знания, умения и навыки, приобретенные при освоении образовательной программы предыдущего уровня, а также при изучении дисциплин: Алгебра, Аналитическая геометрия, Компьютерные технологии в математике.

Язык преподавания – русский.

3. Виды учебной работы и тематическое содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы или 108 академических часов.

3.1. Виды учебной работы

Виды учебной работы	Объем в академических часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	108
В том числе:	
Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем). Всего	45
В том числе:	
Лекции (Л)	15
Практические занятия (Пр)	-
Лабораторные занятия (Лаб)	30
Вид промежуточной аттестации	зачет
Самостоятельная работа обучающихся (СР) (всего)	63
В том числе:	
Самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовка к занятиям	
Подготовка к промежуточной аттестации	

3.2. Краткое содержание дисциплины по разделам и видам учебной работы

№ п/п	Раздел дисциплины (тематический модуль)	Трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)					Оценочное средство
		Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа обучающихся	
Семестр № 4							
1	Синтаксические и семантические особенности языков, встроенных в системы компьютерной алгебры	33	6	0	10	17	Лабораторная работа, зачет
2	Основные способы трансформации алгебраических выражений	39	5	0	10	24	Лабораторная работа, зачет

3	Работа с векторами и матрицами в системах компьютерной алгебры. Подготовка к промежуточной аттестации.	36	4	0	10	22	Лабораторная работа, зачет
Вид промежуточной аттестации в семестре: зачет							
Итого:		108	15	0	30	63	

3.3. Содержание аудиторных занятий

Содержание лекционных занятий

№ раздела	№ лекции	Основное содержание	Количество часов	В т.ч. с использованием ДОТ (*)
Семестр № 4				
1	1.1	Классификация систем компьютерной алгебры. Правила записи алгебраических выражений. Приоритеты операций. Вызовы стандартных функций. Операция присваивания. Преобразование типов данных.	2	0
1	1.2	Применение тригонометрических тождеств к упрощению выражений. Точные значения тригонометрических функций стандартных углов. Обратные тригонометрические функции. Вывод тригонометрических тождеств средствами системы компьютерной алгебры.	2	0
1	1.3	Подстановка – ключевая операция в системе компьютерной алгебры. Особенности синтаксических подстановок. Параллельные и последовательные подстановки. Подстановки с вычислением. Понятие операнда. Количество операндов в выражении. Извлечение операнда по заданному номеру.	2	0
2	2.1	Выборочное раскрытие скобок в выражении. Нормализация – наиболее быстрый способ упрощения выражения. Понятие домена по умолчанию. Преобразование выражений при положительных значениях всех входящих в него переменных.	2	0
2	2.2	Базовые структурированные типы данных: последовательности выражений, списки, множества. Доступ к элементам последовательности. Генерация последовательностей. Основные операции со списками и множествами. Количество элементов списка.	2	0
2	2.3	Замена операндов в выражении. Применение заданной функции к отдельно взятому операнду. Получение множества неизвестных, входящих в выражение. Вычисление значения выражения при заданном значении неизвестной.	1	0
3	3.1	Уравнения и неравенства как фундаментальные типы данных. Средства, позволяющие выразить один из операндов уравнения через все остальные. Решение уравнений и систем уравнений в поле вещественных чисел. Системы линейных уравнений с параметром. Неявное представление корней.	2	0
3	3.2	Поддержка векторов и матриц в СКА. Структура типовой биб-	2	0

		лиотеки алгоритмов линейной алгебры. Вычисление определителей. Скалярное и векторное произведения. Характеристический полином матрицы.		
Итого:			15	0

Содержание лабораторных занятий

№ раздела	№ занятия	Основное содержание	Количество часов	В т.ч. с использованием ДОТ (*)
Семестр № 4				
1	1.1-1.3	Лабораторная работа № 1 по разделу курса «Синтаксические и семантические особенности языков, встроенных в системы компьютерной алгебры»	10	0
2	2.1-2.3	Лабораторная работа № 2 по разделу курса «Основные способы трансформации алгебраических выражений»	10	0
3	3.1-3.2	Лабораторная работа № 3 по разделу курса «Работа с векторами и матрицами в системах компьютерной алгебры»	10	0
Итого:			30	0

3.4. Организация самостоятельной работы обучающегося

№ раздела	Задания для самостоятельной работы	Количество часов	В т.ч. с использованием ДОТ (*)
Семестр №4			
1	Установить на домашний компьютер одну из свободно распространяемых систем компьютерной математики, указанных в ссылке раздела 6. При выборе системы можно руководствоваться рекомендациями, приведенными на сайте раздела 7. Изучить основные синтаксические особенности выбранной системы. Освоить работу со справочной системой, входящей в выбранную систему. Альтернативный вариант состоит в том, чтобы познакомиться с программным обеспечением, установленным в компьютерных классах.	8	0
1	Детальное знакомство с интерфейсом используемой системы компьютерной алгебры. Конфигурирование графической оболочки пользователя. Выполнение заданий лабораторной работы №1.	9	0
2	Знакомство с Internet-ресурсами и пользовательскими форумами, на которых обсуждаются функциональные возможности различных систем компьютерной алгебры. Изучение простейших управляющих структур, позволяющих пользователю, создавать собственные процедуры и функции.	12	0
2	Графические возможности установленной пользователем системы	12	0

	компьютерной алгебры. Графические форматы, поддерживаемые командами экспорта и импорта изображений. Выполнение заданий лабораторной работы №2.		
3	Познакомиться с возможностью применения установленной системы компьютерной алгебры для решения задач из других разделов математики, не охваченных лабораторными работами. Выполнение заданий лабораторной работы №3.	12	0
3	Подготовка к промежуточной аттестации (зачету): подготовить ответы на вопросы к зачету, приведенные в пункте 5.2 данной рабочей программы.	10	0
Итого		63	0

4. Образовательные технологии по дисциплине

При изучении дисциплины «Основы работы в системах компьютерной алгебры» используются следующие образовательные технологии:

- аудиторные занятия (лекции);
- внеаудиторные занятия (самостоятельная работа, индивидуальные консультации);
- Internet-ресурсы и пользовательские форумы, на которых обсуждаются функциональные возможности различных систем компьютерной алгебры.

Предусматривается использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий, а именно, лекционных занятий в диалоговом режиме.

5. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

5.1. Текущий контроль осуществляется преподавателем дисциплины при проведении занятий в форме лабораторных работ.

Оценочные средства для текущего контроля: лабораторные работы.

При изучении данной дисциплины обучающиеся выполняют лабораторные работы из учебно-методического пособия [1]. За время изучения дисциплины каждый обучающийся должен полностью выполнить один из 11 вариантов двух первых лабораторных работ, содержащих задания по основным разделам курса. Задания третьей лабораторной работы выполняются выборочно. Все предложенные задания проверяются преподавателем. Корректность разработанных алгоритмов проверяется на основе тестов, предложенных преподавателем. Все задания должны быть выполнены на компьютере с использованием одной из систем компьютерной математики. Задания выполняются обучающимися самостоятельно как во время лабораторных занятий под руководством и в присутствии преподавателя, так и во внеаудиторное время без присутствия преподавателя.

Критерии оценивания лабораторных работ

«Зачтено» за лабораторную работу ставится, если все задания выполнены обучающимся самостоятельно; обучающийся умеет пояснять назначение и целесообразность выполнения тех или иных преобразований при сдаче любого из заданий предложенной лабораторной работы, правильно отвечает на вопросы преподавателя об альтернативных методах выполнения того или иного задания (эти методы могут быть изложены либо в устной форме, либо продемонстрированы на компьютере); иначе – «Не зачтено».

Примеры заданий из лабораторной работы №1

1. Упростите выражение, избавившись от иррациональности в знаменателе:

$$\frac{\sqrt[4]{7\sqrt[3]{54} + 15\sqrt[3]{128}}}{\sqrt[3]{4\sqrt[4]{32} + 3\sqrt[9]{4\sqrt[4]{162}}}}$$

2. Упростить выражение путем уменьшения вложенности радикалов:

$$\sqrt[3]{\frac{10 - 7\sqrt{2}}{10 + 7\sqrt{2}}}$$

3. Сделать указанную подстановку и результат упростить:

$$\frac{\sqrt{x - 2\sqrt{2}}}{\sqrt{x^2 - 4x\sqrt{2} + 8}} - \frac{\sqrt{x + 2\sqrt{2}}}{\sqrt{x^2 + 4x\sqrt{2} + 8}}, \quad x = 3.$$

Примеры заданий из лабораторной работы №2:

1. Доказать тождество, приведя левую и правую части к одинаковому виду:

$$\frac{\sqrt{\operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}} + \sqrt{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}}{\sqrt{\operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}} - \sqrt{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}} = \operatorname{ctg} \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\alpha}{2} \right).$$

2. Доказать тождество, приведя левую и правую части к одинаковому виду:

$$\frac{4 \cos^2 \left(\frac{\alpha}{2} - \pi \right) - 4 \sin^2 \left(\frac{3}{2}\pi - \frac{\alpha}{4} \right) + 3 \cos^2 \left(\frac{5}{2}\pi - \frac{\alpha}{2} \right)}{4 \sin^2 \left(\frac{\pi}{2} + \frac{\alpha}{4} \right) - \cos^2 \left(\frac{7}{2}\pi - \frac{\alpha}{2} \right)} = \operatorname{tg}^4 \frac{\alpha}{4}.$$

3. Найти вещественные корни уравнения:

$$\cos 3x - \sin x = \sqrt{3}(\cos x - \sin 3x)$$

на промежутке $[0, 2\pi]$ и вывести их в порядке возрастания.

Примеры заданий из лабораторной работы №3:

1. При каких значениях параметра m система уравнений

$$\begin{cases} (m + 1)x - my = 4, \\ 3x - 5y = m \end{cases}$$

имеет такие решения (x, y) , для которых $x - y < 2$?

2. В плоскости Oxy движутся две частицы. Положение частиц в произвольный момент времени $t > 0$ описывается исходящими из начала координат векторами

$$\mathbf{R}_1 = \left(4 - 3t^2 + \frac{3}{4}t^4, 4t - \frac{5}{3}t^3 + \frac{17}{60}t^5 \right) \quad \text{и} \quad \mathbf{R}_2 = \left(2 - \frac{3}{2}t^2 + \frac{5}{16}t^4, 2t - \frac{5}{6}t^3 + \frac{19}{240}t^5 \right).$$

Выясните, в какой момент времени векторы \mathbf{R}_1 и \mathbf{R}_2 будут коллинеарны. Скорость какой из частиц будет в данный момент больше?

3. Исследовать, при каких значениях параметра a система уравнений

$$\begin{cases} ax - 3y + 5z = 4, \\ x - ay + 3z = 2, \\ 9x - 7y + 8az = 0. \end{cases}$$

будет иметь единственное решение, бесконечное множество решений, ни одного решения

5.2. Промежуточная аттестация проводится в виде зачета.

Для допуска к зачету необходимо сдать все лабораторные работы. На зачёте обучающийся должен изложить в письменной форме теоретические сведения из лекционной части курса. В качестве зачётного задания может быть предложена задача, которая должна быть решена на компьютере.

Для получения зачёта обучающийся должен продемонстрировать достаточно полные знания всех теоретических и методических вопросов в объеме программы курса, возможно допустив незначительные отклонения от качественных параметров. Он должен владеть необходимыми профессиональными навыками и приемами.

Вопросы к зачёту:

1. Доступ к элементам выражений: выделение операндов, левые и правые части выражений, числитель и знаменатель дроби.
2. Операции выбора (selection). Основные правила работы с индексированными выражениями.
3. Списки и множества. Средства для работы с указанными типами данных.
4. Использование подстановок для проверки правильности найденных корней уравнения.
5. Поиск подвыражений с заданными характеристиками. Выделение неизвестных, входящих в выражение. Поиск функций с необходимым набором аргументов.
6. Вычислите точное значение величины $\cos(\pi/5)$, выразив ответ в радикалах.
7. Отыщите полином минимальной степени с целыми коэффициентами, один из корней которого равен $\cos(\pi/7)$.
8. Упростите выражение $\arctg(5)+\arctg(5/12)$ так, чтобы в результате осталась только одна функция \arctg .
9. Функции для работы с полиномами. Полиномы от нескольких переменных. Разложение на множители.
10. Обращение к числителю или знаменателю рациональной функции. Приведение рациональных дробей к общему знаменателю. Рационализация знаменателей рациональных функций.
11. Атрибуты переменных. Локальное изменение контекста путём наложения на переменные дополнительных атрибутов.
12. Типовые предикаты, встраиваемые в системы компьютерной алгебры. Фильтрация списков с помощью предикатов. Проверка вхождения элемента в список или множество.
13. Сортировка списков. Стандартный набор функция упорядочения. Сортировка полиномов.
14. Заданные пользователем функции-операторы. Способы задания кусочно-непрерывных функций. Периодические функции, заданные на конечном промежутке.
15. Конструкторы векторов и матриц. Встроенные наборы функций индексирования. Расположение элементов в памяти компьютера.

Подробно средства оценивания для проведения промежуточной аттестации обучающихся приведены в Фонде оценочных средств по данной дисциплине.

6. Методические рекомендации обучающимся по дисциплине, в том числе для самостоятельной работы

Требования к выполнению лабораторных работ:

1. Приступая к выполнению лабораторных работ настоятельно рекомендуется ознакомиться с требованиями, изложенными в разделе «Соглашения при решении задач» учебно-методического пособия [1].

2. Задания необходимо выполнять самостоятельно. Запрещается пользоваться готовыми фрагментами кода, скачанными из Интернета.
3. Несмотря на работу в режиме диалога с системой, желательно составлять наиболее эффективные алгоритмы.
4. При сдаче задания обучающийся должен уметь обосновать любой фрагмент представленного им алгоритма.
5. Для реализации алгоритмов можно применять установленное в учебных классах программное обеспечение, однако лучше воспользоваться одной из свободно распространяемых систем компьютерной алгебры, обширный перечень которых приводится на странице https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_computer_algebra_systems.

Самостоятельная работа обучающихся состоит в теоретической подготовке по материалам лекций, самостоятельном выполнении заданий на лабораторных занятиях под непосредственным руководством преподавателя, самостоятельном выполнении заданий во внеаудиторное время, подготовке к зачету.

7. Методические рекомендации преподавателям по дисциплине

При выполнении лабораторных работ могут оказаться полезными материалы и методические рекомендации по основам работы с некоторыми системами компьютерной алгебры. Приведенные на сайте https://math-it.petsu.ru/users/semenova/CAS/index_sc.html советы адаптированы именно к тому комплекту лабораторных работ, который предстоит выполнить обучающимся.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Для осуществления образовательной деятельности по дисциплине рекомендуется следующая основная и дополнительная литература.

8.1. Основная литература:

1. Перепечко, С. Н. Основы работы в системах компьютерной алгебры / С. Н. Перепечко, А. Н. Воропаев; Петрозаводск : Изд-во ПетрГУ, 2013.
То же [Электронный ресурс] - URL: <https://edu.petsu.ru/object/3062>
2. Сардак, Л. В. Компьютерная математика. Учебное пособие для вузов / Л.В. Сардак; Под редакцией профессора Б.Е. Стариченко – Москва : Горячая линия – Телеком, 2016. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991205276.html>
3. Чичкарёв, Е. А. Компьютерная математика с MAXIMA / Е. А. Чичкарёв. Москва, ALT Linux, 2012. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.altlinux.org/Images/0/0b/MaximaBook.pdf>.
4. Бунин, М. А. Maple для студентов физиков : учебное пособие : в 2 ч / М. А. Бунин. – Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета, 2015. [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=461826>

8.2. Дополнительная литература:

1. Дьяконов, В. П. Энциклопедия компьютерной алгебры / Дьяконов В. П. - Москва : ДМК Пресс, 2010. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940744900.html>
2. Голубков, А.Ю. Компьютерная алгебра в системе Sage : учебное пособие / А.Ю. Голубков, А.И. Зобнин, О.В. Соколова ; Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана. - Москва : Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=256941>.
3. Губина, Т.Н. Решение дифференциальных уравнений в системе компьютерной ма-

тематики Maxima : учебное пособие / Т.Н. Губина, Е.В. Андропова. Елец : Елецкий государственный университет им. И. А. Бунина, 2009. [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=272098>

4. The Sage Development Team. *Sage Tutorial in Russian*. [Электронный ресурс]. http://doc.sagemath.org/pdf/ru/tutorial/SageTutorial_ru.pdf. 2016.

5. Кирсанов, М.Н. Практика программирования в системе Maple. Учебное пособие / М.Н. Кирсанов – Москва : Издательский дом МЭИ, 2011. [Электронный ресурс]: – <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN978538300613.html>

6. Мурашкин, В.Г. Инженерные и научные расчеты в программном комплексе MathCAD : учебное пособие / В.Г. Мурашкин. – Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2011. [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=143487>.

8.3. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

- Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» <http://biblioclub.ru/>

- Электронная библиотечная система «Консультант студента. Студенческая электронная библиотека» <http://www.studentlibrary.ru>

- Список систем компьютерной алгебры с кратким перечислением их возможностей https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_computer_algebra_systems.

- Большая подборка методических материалов по различным системам компьютерной алгебры <http://old.exponenta.ru/>

- Образовательный портал ПетрГУ <https://edu.petrsgu.ru/>

- системы Mathcad и Maxima (установлены на компьютерах ПетрГУ)

- рекомендуемое, свободно распространяемое ПО включает в себя системы Maxima, Reduce, SageMath, SymPy. Для заданий, связанных с численными расчётами можно воспользоваться системой Scilab.

- сайты разработчиков систем компьютерной алгебры доступны по ссылке https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_computer_algebra_systems.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база ПетрГУ обеспечивает проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работы обучающихся, предусмотренных учебным планом, и соответствует действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Минимально-необходимый перечень для информационно-технического и материально-технического обеспечения дисциплины:

- аудитория для проведения лекционных занятий, оснащенная рабочими местами для обучающихся и преподавателя, доской, мультимедийным оборудованием;
- библиотека с читальным залом и залом для самостоятельной работы обучающегося, оснащенные компьютером с выходом в Интернет, книжный фонд библиотеки составляет специализированная научная, учебная и методическая литература, журналы (в печатном или электронном виде);
- компьютерные классы с выходом в Интернет для проведения лабораторных занятий.

Дата « ____ » _____ 2019 г.