

УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ АДМИНИСТРАЦИИ г. РЕУТОВ  
Муниципальное бюджетное учреждение дополнительного образования  
«Дом детского творчества»

Московская область, 143966  
г. Реутов, ул. Строителей, д.11

телефон (факс) (495) 528-55-62  
e-mail: info@ddt-reutov.ru

УТВЕРЖДАЮ

Директор МБУ ДО «ДТ»  
Н.Ю. Кивва

Приказ № 122-1/19  
От «03» сентября 2019 года

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА  
«ВВЕДЕНИЕ В ВЫЧИСЛИТЕЛЬНУЮ МАТЕМАТИКУ»**

*Направленность:* техническая  
*Уровень программы:* стартовый  
*Возраст учащихся:* 14-16 лет  
*Срок реализации:* 1 год (72 часа)

*Автор-составитель:*  
Посевин Данила Павлович  
педагог дополнительного образования

**Реутов**  
**2018-2019**

**ПРОГРАММА КУРСА**  
**«ВВЕДЕНИЕ В ВЫЧИСЛИТЕЛЬНУЮ МАТЕМАТИКУ»**  
**2018-2019**

**СОДЕРЖАНИЕ ОБУЧЕНИЯ**

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

Курс «ВВЕДЕНИЕ В ВЫЧИСЛИТЕЛЬНУЮ МАТЕМАТИКУ» разработан в рамках реализации концепции профильного обучения на старшей ступени общего образования и соответствует Государственному стандарту среднего образования по предмету «Информатика и ИКТ», «Математика: алгебра и начала математического анализа, геометрия» (базовый и углубленный уровни).

При разработке данного курса учитывалось, что данный курс как компонент образования должен быть направлен на удовлетворение потребностей и интересов учащихся как старших классов, так и младших, на формирование у них новых видов познавательной и практической деятельности, которые не характерны для традиционных учебных курсов информатики и математики.

Важна роль изучения методов решения численных задач и задач линейной алгебры для развития мышления школьников, формирования многих приемов умственной деятельности. Изучая основы вычислительной математики, учащиеся систематизируют знания по решению систем линейных уравнений, решению уравнений вида  $f(x)=0$ , приобщаются к алгоритмической культуре, дополняют и развивают навыки программирования и получают возможность более качественно подготовиться к сдаче ЕГЭ по информатике и математике.

**Цель данного курса** – освоение учащимися различных ключевых методов решения типовых численных задач, реализация методов решения линейных уравнений, методов численного дифференцирования и интегрирования, методов оценки погрешностей вычислений на базе языка программирования Си и пакета инженерной графики gnuplot.

**Задачи курса:**

- Сформировать у учащихся интерес к исследовательской деятельности
- Дать учащимся возможность реализовать свой интерес к выбранному курсу.
- Научить учащихся практически реализовывать задачи линейной алгебры на ЭВМ и получить представление об этой науке с точки зрения алгоритмического мышления.
- Приобретение знаний и навыков алгоритмизации учащимися в ее структурном варианте.
- Развитие алгоритмического мышления учащихся.
- Углубление знаний, умений и навыков решения задач по программированию и алгоритмизации.

Содержание программы качественно отличается от базового курса информатики, математики и геометрии. Данная программа предусматривает выделение ключевых задач, построение ориентировочной основы поиска, пути их решения и решения, связанных с ними задач. Также происходит увеличение числа изучаемых дидактических единиц.

Программа курса имеет линейную структуру, однако, в зависимости от уровня подготовки учащихся по предмету и ценностей освоения содержания данной программы, предусматривается перераспределение часов между темами.

**Категория обучающихся по программе:** учащиеся 8-е - 11-е классы, решившие поступать в ВУЗы технической направленности.

**Срок реализации программы:** один учебный год 72 академических часа.

**Форма обучения:**

- очная (занятия в компьютерном классе).
- групповая (занятия проводятся в разновозрастных группах, численный состав группы – не более 15 человек (по количеству доступных компьютеров)).

Основной формой проведения занятий являются лично- ориентированные практикумы по решению задач, предусматривающие:

- подбор индивидуальных заданий (для тематического практикума – 2–3 задачи, для итогового – 5 – 10 задач) исходя из их способностей и психологического настроя к программированию;
- задачи для каждого ученика посильные, т. е. он заведомо уверен в своем успехе.

Минимально необходимый уровень знаний, умений и навыков учащихся, необходимых для успешного прохождения курса:

- базовые алгоритмические структуры,
- запись алгоритма.

Организация курса предполагает занятия, которые учащиеся выполняют самостоятельно в компьютерном классе, а также формы, где педагог объясняет новый материал (лекции), консультирует учащихся в процессе решения численных задач.

### ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ЗАНЯТИЙ по первой части курса

2018 год

Название раздела, темы	Всего часов	Теория	Практика	Формы аттестации/контроля
Причины возникновения неустранимых погрешностей при вычислениях на ЭВМ.	4	2	2	зачет
Метод Ньютона решения нелинейных уравнений.	4	2	2	зачет
Метод половинного деления решения нелинейных уравнений.	4	2	2	зачет
Метод простых итераций решения нелинейных уравнений.	4	2	2	зачет
Оценка скорости вычислений решения систем линейных уравнений.	4	2	2	зачет
Приведение матрицы системы линейных уравнений к верхнему треугольному виду.	6	2	4	зачет
Метод Гаусса решения систем линейных уравнений.	6	2	4	зачет

# ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ЗАНЯТИЙ

по второй части курса

2019 год

Название раздела, темы	Всего часов	Теория	Практика	Формы аттестации/контроля
Интерпретация решений численных задач с помощью пакета gnuplot	4	2	2	зачет
Метод наименьших квадратов	4	2	2	зачет
Приближение функций интерполяционными полиномами	4	2	2	зачет
Численное дифференцирование. Правое разностное соотношение. Левое разностное соотношение.	4	2	2	зачет
Численное дифференцирование. Центральное разностное соотношение. Сравнение точности методов вычисления.	4	2	2	зачет
Численное интегрирование. Формула прямоугольников	8	4	4	зачет
Численное интегрирование. Формула трапеций	8	4	4	зачет
Численное интегрирование. Формула Симпсона	8	4	4	зачет

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПЛАНА (ПРОГРАММЫ)

по первой части курса

2018 год

Раздел 1. Причины возникновения неустранимых погрешностей при вычислениях на ЭВМ.

Теория: Рассмотрение причин возникновения погрешностей вычислений на ЭВМ на примерах.

Практика: Моделирование ситуаций возникновения погрешностей вычислений, приводящих к абсурдным результатам на задачах по вариантам.

Раздел 2. Метод Ньютона решения нелинейных уравнений.

Теория: Вывод итерационной формулы поиска решения нелинейного уравнения  $f(x)=0$ .

Практика: Реализация программы поиска решения нелинейного уравнения  $f(x)=0$  методом Ньютона по вариантам.

Раздел 3. Метод половинного деления решения нелинейных уравнений.

Теория: Вывод формул поиска решения нелинейного уравнения  $f(x)=0$ . Рассмотрение условий при которых решение невозможно.

Практика: Реализация программы поиска решения нелинейного уравнения  $f(x)=0$  методом половинного деления по вариантам.

Раздел 4. Метод простых итераций решения нелинейных уравнений.

Теория: Условия сходимости метода.

Практика: Разработка программы решения нелинейного уравнения  $f(x)=0$  по вариантам.

Раздел 5. Оценка скорости вычислений решения систем линейных уравнений

Теория: Рассмотрение различных методов решения систем линейных уравнений и проведение оценки скорости вычислений, сравнение алгоритмов по данному параметру.

Практика: Реализовать решение системы линейных уравнений на основе формулы Крамера и убедиться в том, что время решения задачи бесконечно растет при увеличении размерности матрицы системы линейных уравнений.

Раздел 6. Приведение матрицы системы линейных уравнений к верхнему треугольному виду.

Теория: LU разложение матрицы, понятие унитарной матрицы и матрицы поворота вектора.

Практика: Разработка программы приведения матрицы к верхнему треугольному виду.

Раздел 7. Метод Гаусса решения линейных уравнений.

Теория: Алгоритм Гаусса решения линейных уравнений, оценка скорости работы алгоритма.

Рассмотрение случаев при которых возможно появление существенных погрешностей.

Практика: Разработка программы поиска решения системы уравнений методом Гаусса.

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПЛАНА (ПРОГРАММЫ)

по второй части курса

2019 год

Раздел 8. Интерпретация решений численных задач с помощью пакета gnuplot.

Теория: Изучение пакета инженерной графики gnuplot. Примеры написания скриптов для получения различных типов графиков в операционных системах Linux и Windows

Практика: Решение практических заданий по вариантам для приобретения навыков работы с пакетом gnuplot.

Раздел 9. Метод наименьших квадратов.

Теория: Вывод основных выражений для получения коэффициентов функции интерполяции.

Практика: Разработка программы поиска интерполяционной прямой по табличным данным.

Раздел 10. Приближение функций интерполяционными полиномами.

Теория: Рассмотрение методов интерполяции экспериментальных данных полиномами степени N.

Практика: Разработка программы поиска интерполяционного полинома на основе табличных данных.

Раздел 11. Численное дифференцирование. Правое разностное соотношение. Левое разностное соотношение.

Теория: Определение производной. Вывод формул правой и левой разностных схем.

Практика: Вычисление производных известных функций численными методами и сравнение с результатами полученными аналитически.

Раздел 12. Численное дифференцирование. Центральное разностное соотношение. Сравнение точности методов вычисления.

Теория: Вывод формулы центрального разностного соотношения для вычисления производной функции в точке  $x_i$

Практика: Вычисление производных функций по вариантам используя формулу центрального разностного соотношения.

Раздел 13. Численное интегрирование. Формула прямоугольников.

Теория: Определение интеграла. Вывод формулы прямоугольников, оценка точности вычислений.

Практика: Разработка программы вычисления интеграла по формуле прямоугольников.

Раздел 14. Численное интегрирование. Формула трапеций.

Теория: Вывод формулы трапеций, оценка точности вычислений.

Практика: Разработка программы вычисления интеграла по формуле трапеций.

Раздел 15. Численное интегрирование. Формула Симпсона.

Теория: Вывод формулы Симпсона, оценка точности вычислений.

Практика: Разработка программы вычисления интеграла по формуле Симпсона.

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

### Учащиеся должны:

- уметь оценивать скорость работы алгоритма;
- уметь оценивать погрешность численных расчетов;
- уметь интерпретировать полученные результаты и представить их в виде графиков и расчетных таблиц;
- знать и реализовывать на любом доступном учащемуся языке программирования методы поиска решения нелинейных уравнений и оценивать погрешность вычислений;
- иметь представления о методах решения систем линейных уравнений;
- уметь практически реализовывать LU разложение матрицы  $A$  действительных чисел размерности  $N \times N$ ;
- уметь практически на доступном учащемуся языке программирования реализовывать метод поиска решения системы линейных уравнений с верхней треугольной матрицей;
- знать определение производной функции, способы аналитического вычисления и численными методами, сравнивать результаты, получаемые различными разностными схемами и оценивать погрешность вычислений;
- знать определение интеграла, уметь реализовывать методы численного интегрирования и оценивать погрешность вычислений.

## КОМПЛЕКС ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

Формы организации занятий по базовым темам:

- групповые занятия,
- практическое занятие,
- итоговые занятия,
- консультации.

### Методы организации учебно-воспитательного процесса:

**Методы обучения:** словесный, наглядный, практический, объяснительно-иллюстративный, репродуктивный, частично-поисковый, исследовательский, проблемный, игровой, дискуссионный, проектный.

### Методы воспитания:

- создание творческой и дружеской атмосферы в группе;
- создание атмосферы бесконфликтных ситуаций;
- поощрение добрых побуждений;
- сплочение учащихся;
- формирование высоких нравственных чувств;
- воспитание доброты, культуры поведения в обществе;

### Работа с родителями.

Регулярное взаимодействие с родителями – одно из условий успешного учебного процесса и формирования дружного и сплоченного коллектива.

### **Педагогические технологии:**

- технология индивидуализации обучения;
- технология группового обучения;
- технология развивающего обучения;
- технология проблемного обучения;
- технология коллективной творческой деятельности;

## **УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ**

### **Обязательное оборудование:**

- Компьютерное оборудование – 15 компл.

1 комплект – Ноутбук с предустановленной ОС Windows 10 Professional или Linux Ubuntu, Linux Debian, USB мышь.

## **ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ**

Текущий и промежуточный контроль уровня усвоения материала осуществляется по результатам выполнения учащимися практикумов по каждому разделу курса. Итоговый контроль реализуется в форме итогового практикума. Знания теоретического материала проверяются с помощью устных зачетов и тестовых численных задач, которые необходимо решить на ЭВМ.

Критерием оценки учебных результатов является работоспособность созданной для решения конкретной задачи программы. Способ фиксации учебных результатов – повторение действий учащихся при решении однотипных задач и применение полученных решений к задачам других типов. Учащийся должен уметь объяснить источники возникновения погрешностей и неточностей при получении численных расчетов, уметь интерпретировать полученные результаты, а также произвести оценку скорости вычислений, знать теоретический материал и при необходимости обосновать критерии применимости использованных аппроксимаций.

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ**

Разработано методическое пособие в форме брошюры, в котором приведены примеры программ с пояснениями на языке программирования Си, а также теоретическая часть лекций.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 12 лекций по вычислительной математике, вводный курс, Косарев В.И., 2013.
2. Матричный анализ и линейная алгебра, Тыртышников Е.Е., 2005.
3. Теория матриц, Гантмахер Ф.Р., 5-е изд. - М.: Физматлит, 2010. - 560 с.
4. Матричные вычисления, Голуб Дж., Ван Лоун Ч., М.: Мир, 1999. - 548 с.
5. Численные методы безусловной оптимизации и решения нелинейных уравнений, Дэннис Дж., Шнабель Р., Мир, Москва, 1988 г.



**КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК**  
первой части курса



Утверждаю  
Директор МБУ ДО «ДІТ»  
(Н.Ю. Кивва)  
*Сидорова* 20 *18*

№ п/п	Месяц	Форма занятия	Кол-во часов	Тема занятия	Форма контроля
1	сентябрь	лекция	2	Рассмотрение причин возникновения погрешностей вычислений на ЭВМ на примерах.	опрос
2	сентябрь	лабораторная работа	2	Моделирование ситуаций возникновения погрешностей вычислений.	зачет
3	сентябрь	лекция	2	Вывод итерационной формулы поиска решения нелинейного уравнения $f(x)=0$ .	опрос
4	сентябрь	лабораторная работа	2	Реализация программы поиска решения нелинейного уравнения $f(x)=0$ методом Ньютона по вариантам.	зачет
5	октябрь	лекция	2	Вывод формул поиска решения нелинейного уравнения $f(x)=0$ . Рассмотрение условий при которых решение невозможно.	опрос
6	октябрь	лабораторная работа	2	Реализация программы поиска решения нелинейного уравнения $f(x)=0$ методом половинного деления по вариантам.	зачет
7	октябрь	лекция	2	Условия сходимости метода простых итераций решения нелинейных уравнений.	опрос
8	октябрь	лабораторная работа	2	Разработка программы решения нелинейного уравнения $f(x)=0$ по вариантам.	зачет
9	ноябрь	лекция	2	Рассмотрение различных методов решения систем линейных	опрос

				уравнений и проведение оценки скорости вычислений, сравнение алгоритмов по данному параметру.	
10	ноябрь	лабораторная работа	2	Реализовать решение системы линейных уравнений на основе формулы Крамера и убедиться в том, что время решения задачи бесконечно растет при увеличении размерности матрицы системы линейных уравнений.	зачет
11	ноябрь	лекция	2	LU разложение матрицы, понятие унитарной матрицы и матрицы поворота вектора.	опрос
12	ноябрь	лабораторная работа	2	Разработка программы приведения матрицы к верхнему треугольному виду.	зачет
13	декабрь	лабораторная работа	2	Разработка программы приведения матрицы к верхнему треугольному виду.	зачет
14	декабрь	лекция	2	Алгоритм Гаусса решения линейных уравнений, оценка скорости работы алгоритма. Рассмотрение случаев при которых возможно появление существенных погрешностей.	опрос
15	декабрь	лабораторная работа	2	Разработка программы поиска решения системы уравнений методом Гаусса.	зачет
16	декабрь	лабораторная работа	2	Разработка программы поиска решения системы уравнений методом Гаусса.	зачет

**КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК**  
по второй части курса

№ п/п	Месяц	Форма занятия	Кол-во часов	Тема занятия	Форма контроля
1	январь	лекция	2	Изучение пакета инженерной графики gncplot. Примеры написания скриптов для получения различных типов графиков в операционных системах Linux и Windows.	опрос
2	январь	лабораторная работа	2	Решение практических заданий по вариантам для приобретения навыков работы с пакетом gncplot.	зачет
3	январь	лекция	2	Рассмотрение методов интерполяции экспериментальных данных полиномами степени N.	опрос
4	январь	лабораторная работа	2	Разработка программы поиска интерполяционного полинома на основе табличных данных.	зачет
5	февраль	лекция	2	Определение производной. Вывод формул правой и левой разностных схем.	опрос
6	февраль	лабораторная работа	2	Вычисление производных известных функций численными методами и сравнение с результатами полученными аналитически.	зачет
7	февраль	лекция	2	Вывод формулы центрального разностного соотношения для вычисления производной функции в точке $x_i$ .	опрос
8	февраль	лабораторная работа	2	Вычисление производных функций по вариантам используя формулу центрального разностного соотношения.	зачет
9	март	лекция	2	Определение интеграла.	опрос
10	март	лекция	2	Вывод формулы прямоугольников, оценка точности вычислений.	опрос
11	март	лабораторная работа	2	Разработка программы вычисления интеграла по формуле прямоугольников.	зачет
12	март	лабораторная	2	Разработка программы вычисления интеграла по формуле	зачет

		работа		прямоугольников.	
13	апрель	лекция	2	Вывод формулы трапеций.	опрос
14	апрель	лекция	2	Оценка точности вычислений по формуле трапеций.	опрос
15	апрель	лабораторная работа	2	Разработка программы вычисления интеграла по формуле трапеций.	зачет
16	апрель	лабораторная работа	2	Разработка программы вычисления интеграла по формуле трапеций.	зачет
17	май	лекция	2	Вывод формулы Симпсона.	опрос
18	май	лекция	2	Оценка точности вычислений по формуле Симпсона.	опрос
19	май	лабораторная работа	2	Разработка программы вычисления интеграла по формуле Симпсона.	зачет
20	май	лабораторная работа	2	Разработка программы вычисления интеграла по формуле Симпсона.	зачет