

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Владимирский государственный университет**  
**имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**  
**(ВлГУ)**

**Институт биологии и экологии**

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Смирнова Н.Н.  
28.06.2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ХИМИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА**

**направление подготовки / специальность**

04.03.01 – Химия

**направленность (профиль) подготовки**

Химический анализ, химическая и экологическая экспертиза объектов  
окружающей среды

г. Владимир

2021

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью** освоения дисциплины «Обработка результатов химического эксперимента» является освоение студентами современных вычислительных средств высокого уровня, как основы формирования математического подхода к использованию знаний фундаментальных химических наук; умение использовать современные вычислительные средства для решения конкретных задач химии, химической технологии, обработки эксперимента, и самостоятельно составлять простейшие программы для этих целей.

**Задачи:** в результате изучения данного курса студент должен получить основные навыки программирования, изучить наиболее распространенные методы приближенных вычислений и ознакомиться с несколькими прикладными программными комплексами. Здесь не ставится задача дать фундаментальную подготовку в области профессионального программирования, хотя для некоторых специализаций это может быть оправдано. В большинстве случаев для решения задач обработки эксперимента и математического моделирования процессов уже существуют готовые программные комплексы. Однако студенты должны иметь ясное представление об основных методах приближенных вычислений и границах их применимости. Это позволит, во-первых, выбирать подходящую для решения конкретной задачи программу, во-вторых, правильно интерпретировать получаемые результаты. Теоретические основы программирования студенты осваивают параллельно с изучением конкретного языка высокого уровня – Pascal (или Delphi). Это позволяет наряду с конкретным программированием численных методов в рамках данного курса в дальнейшем без труда освоить современные прикладные вычислительные системы – MathCad, MathLab и другие. Основной формой проведения занятий является выполнение студентами практических занятий на компьютере.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Обработка результатов химического эксперимента» относится к обязательной части учебного плана.

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	<p>ОПК-1.1. Знает основы фундаментальных понятий и законов химии, атомно-молекулярного учения, структуры и физико-химических свойств вещества; особенностей объектов исследования и теорию современных методов исследования, технику и методики проведения экспериментов</p> <p>ОПК-1.2. Умеет разрабатывать и выстраивать план исследований под решение конкретных задач профессиональной деятельности; формировать и делать выводы, по результатам анализа исходя из обработки литературных данных и собственных экспериментальных, расчетно-теоретических работ; применять различные методы математической обработки экспериментальных данных в химии</p> <p>ОПК-1.3. Владеет навыками исследований свойств и состава химических веществ с использованием современного аналитического оборудования; способностью устанавливать связь между причиной и следствием при проведении химических исследований</p>	<p><b>Знает:</b> основные принципы построения вычислительных алгоритмов для решения прикладных задач химии, физической химии и химической технологии; основы языка высокого уровня – DELPHI, – в той его части, которая необходима для математических вычислений; основные численные методы первичной обработки экспериментальных данных химии, физической химии и химической технологии.</p> <p><b>Умеет:</b> мысленно выстраивать основу алгоритма при решении задач химии, физической химии и химической технологии для его дальнейшей компьютерной реализации; составлять простейшие программы на языке DELPHI для реализации решения указанных задач; применять навыки построения алгоритмов и составления программ для использования специальных математических пакетов, таких как MathCad, MathLab; разбираться в уже готовых компьютерных программах с целью их</p>	тесты, вопросы

		<p>осмысленного применения, оптимизации или модернизации для решения близких задач химии.</p> <p>Владеет: основными методами построения вычислительных алгоритмов для решения прикладных задач химии, физической химии и химической технологии; основными методами написания простейших программ на языках высокого уровня; основами правильной постановки эксперимента и первичной обработки экспериментальных данных химии, физической химии и химической технологии.</p>	
--	--	---	--

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часа.

##### Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы.	В форме практической подготовки		
1	Основные методы построения алгоритмов обработки экспериментальных данных	5	1	4		4		12	Рейтинг-контроль № 1

2	Язык программирования Pascal и интегрированная среда DELPHI	5	3-7	10		10	3	12	Рейтинг-контроль. № 2
3	Разветвляющиеся алгоритмы	5	7-9	4		4		12	
4	Циклические алгоритмы	5	9-13	8		8	2	20	
5	Массивы чисел при представлении данных эксперимента	5	13-15	6		6	1	10	
6	Итерационные циклы	5	17	4		4		6	Рейтинг-контроль № 3
Всего за 5 семестр:				36		36	6	72	Зачёт с оценкой
Наличие в дисциплине КП/КР									
Итого по дисциплине				36		36	6	72	Зачёт с оценкой

### Содержание лекционных занятий по дисциплине

#### Раздел I. Программирование

##### Тема 1. Алгоритмы

Содержание темы. Алгоритм. Использование алгоритмов при обработке результатов химического эксперимента. Языки низкого и высокого уровня. Интерпретация и трансляция текста программы. Разница между исходным текстом и исполняемым модулем.

##### Тема 2. Блок-схемы

Содержание темы. Основные методы построения алгоритмов и использование блок-схем. Линейные и разветвляющиеся алгоритмы. Циклические алгоритмы, параметр цикла и организация работы цикла.

##### Тема 3. Массивы

Содержание темы. Работа с массивами чисел. Классификация массивов и их представление. Алгоритмы вычисления суммы и произведения, поиска максимального и минимального элемента, задача ранжирования.

##### Тема 4. Итерационные циклы

Содержание темы. Итерационные циклы. Особенности выбора параметра цикла. Применение итерационных циклов. Оптимизация алгоритмов.

#### Раздел II. Язык программирования DELPHI

### **Тема 5. Основы программирования на языке Pascal и DELPHI**

Содержание темы. Практикум программирования на языке Pascal. Типы величин. Константы и переменные. Массивы данных. Арифметические выражения. Порядок выполнения арифметических операций. Использование стандартных математических функций.

### **Тема 6. Структура программы**

Содержание темы. Структура программы: раздел описания и раздел операторов. Логические выражения. Использование операций отношения и логических операций and, or, not.

### **Тема 7. Операторы**

Содержание темы. Операторы: присваивания, условный, операторы циклов, ввода и вывода, оператор выбора.

## **Раздел III. Погрешности компьютерных вычислений**

### **Тема 8. Особенности выполнения вычислений на компьютерах**

Содержание темы. Диапазон и точность представления чисел. Машинный ноль. Источники и классификация погрешностей. Ошибки округления. Накопление погрешностей округления. Абсолютная и относительная погрешности результатов основных арифметических операций. Потеря точности при операциях сложения и вычитания и накопление ошибок. Устойчивость вычислительных алгоритмов.

## **Содержание лабораторных занятий по дисциплине**

Тема 1. Основные методы построения алгоритмов: разветвляющиеся алгоритмы.

Тема 2. Основные методы построения алгоритмов: циклические алгоритмы.

Тема 3. Работа с массивами чисел. Алгоритмы поиска максимального и минимального элемента.

Тема 4. Задача ранжирования.

Тема 5. Алгоритмы вычисления суммы и произведения.

Тема 6. Итерационные циклы.

Тема 7. Программирование на языке Pascal. Арифметические выражения.

Тема 8. Работа в интегрированной среде DELPHI 7.0. Структура программы. Операторы присваивания, ввода и вывода.

Тема 9. Логические выражения. Условный оператор. Программирование разветвляющихся алгоритмов.

Тема 10. Операторы циклов. Программирование циклических алгоритмов.

Тема 11. Массивы данных. Программирование задачи накопления суммы и произведения

Тема 12. Программирование итерационных циклов

**5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ,  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ  
И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ  
СТУДЕНТОВ**

**5.1. Текущий контроль успеваемости**

Текущий контроль успеваемости приводится по результатам рейтинг-контроля по следующим контрольным вопросам:

**Рейтинг-контроль №1**

1.  $y = \begin{cases} 4 \sin x - 1, & \text{если } x < 1 \\ \ln x + 5, & \text{если } x \geq 1 \end{cases};$
2.  $y = \begin{cases} 25 - x, & \text{если } x < 0 \\ \cos^2 x - x, & \text{если } x \geq 0 \end{cases};$
3.  $y = \begin{cases} \sqrt{4x^2 + 1}, & \text{если } x \leq 2; \\ e^x - 1, & \text{если } x > 2 \end{cases};$
4.  $y = \begin{cases} \frac{x^2 + 5}{x + 1}, & \text{если } x > -1; \\ \ln|x + 2|, & \text{если } x \leq -1 \end{cases};$
5.  $y = \begin{cases} \frac{x + 1}{3x + 6}, & \text{если } x < -2; \\ x^2 + 5, & \text{если } x \geq -2 \end{cases};$
6.  $y = \begin{cases} x + \sin x, & \text{если } x > 0 \\ x^3 - 2, & \text{если } x \leq 0 \end{cases};$
7.  $y = \begin{cases} 2^x, & \text{если } x < -3 \\ (x + 1)^6 - 1, & \text{если } x \geq -3 \end{cases};$
8.  $y = \begin{cases} 4 \sin^2 x + 1, & \text{если } x < 1 \\ \ln x + 5x, & \text{если } x \geq 1 \end{cases};$
9.  $y = \begin{cases} -x + 5, & \text{если } x < 10 \\ \cos^2 x + 2x, & \text{если } x \geq 10 \end{cases};$
10.  $y = \begin{cases} \sqrt{4x^2 + 3}, & \text{если } x < 3; \\ e^{x+1}, & \text{если } x \geq 3 \end{cases};$



$$11. y = \begin{cases} 0.5 \sin x + 1, & \text{если } x \leq 4 \\ -2x + 3, & \text{если } x > 4 \end{cases};$$

$$12. y = \begin{cases} 1 - \cos x, & \text{если } x \leq 5 \\ x^2 + 2, & \text{если } x > 5 \end{cases};$$

## Рейтинг-контроль №2

	Функция	Начальные значения аргументов	Шаг изменения аргументов	Число циклов
1	2	3	4	5
1	$y = \frac{4 \sin x - b^3}{\ln x + 5}$	$x_0 = 0.4$ $b_0 = -27$	$\Delta x = 0.2$ $\Delta b = 3.5$	$n = 8$ $k = 3$
2	$y = \frac{25 - x^3}{\cos^2 x - a^4}$	$x_0 = -1.7$ $a_0 = 15$	$\Delta x = 0.1$ $\Delta a = 0.5$	$n = 5$ $k = 4$
3	$y = \frac{\sqrt{4 x }}{e^x - b^3}$	$x_0 = -1.2$ $b_0 = 100$	$\Delta x = 0.3$ $\Delta b = 2.5$	$n = 6$ $k = 3$
4	$y = \frac{a^4 - \sin a}{a^3 - 2ax}$	$x_0 = 1.6$ $a_0 = -30$	$\Delta x = 0.2$ $\Delta a = 5$	$n = 6$ $k = 4$
5	$y = \frac{4 \sin x - 1}{\ln a}$	$x_0 = -10.5$ $a_0 = 3.4$	$\Delta x = 0.5$ $\Delta a = 0.4$	$n = 6$ $k = 4$
6	$y = (x^2 - b)(3x + 5)$	$x_0 = 2.4$ $b_0 = -23.5$	$\Delta x = 0.2$ $\Delta b = 1.5$	$n = 5$ $k = 6$
7	$y = e^{-a}(3a^2 - x)$	$x_0 = 2.65$ $a_0 = 1.85$	$\Delta x = 0.15$ $\Delta a = 0.05$	$n = 5$ $k = 5$
8	$y = \frac{b^2 - x^3}{\cos^2(2x)}$	$x_0 = 0.98$ $b_0 = 0.35$	$\Delta x = 0.04$ $\Delta b = 0.05$	$n = 6$ $k = 4$
9	$y = \cos^2 x - ax$	$x_0 = 1.6$ $a_0 = 12$	$\Delta x = 0.1$ $\Delta a = 0.5$	$n = 6$ $k = 3$
10	$y = 2 \lg(x + 0.2a^2)$	$x_0 = 0.8$ $a_0 = 1.5$	$\Delta x = 0.1$ $\Delta a = 0.2$	$n = 6$ $k = 3$
11	$y = \lg(x^2 - 5a)$	$x_0 = 2.9$ $a_0 = 54$	$\Delta x = 0.3$ $\Delta a = 2$	$n = 5$ $k = 4$

12	$y = e^x(x - a^2)$	$x_0 = -1.85$ $a_0 = 1.28$	$\Delta x = 0.05$ $\Delta a = 0.02$	$n = 8$ $k = 3$
1	2	3	4	5
13	$z = e^x - 2xy + y^2$	$x_0 = -5.4$ $y_0 = -28$	$\Delta x = 0.4$ $\Delta y = 2$	$n = 6$ $k = 4$
14	$z = \sin x + \cos y - xy^2$	$x_0 = -5.2$ $y_0 = 6.4$	$\Delta x = 0.4$ $\Delta y = 0.2$	$n = 3$ $k = 5$
15	$z = \frac{x^2 - y^2}{2xy}$	$x_0 = 0.25$ $y_0 = 9.1$	$\Delta x = 0.5$ $\Delta y = 0.1$	$n = 4$ $k = 4$
16	$z = \frac{\sqrt{ x+y }}{x^2 + y^2}$	$x_0 = -12$ $y_0 = 8.5$	$\Delta x = 2$ $\Delta y = 2.5$	$n = 5$ $k = 4$
17	$z = x^2 - xy + \sin y$	$x_0 = 0.93$ $y_0 = 1.4$	$\Delta x = 0.02$ $\Delta y = 0.1$	$n = 4$ $k = 5$
18	$z = \cos^2 x + 2xy$	$x_0 = -3.5$ $y_0 = 12.5$	$\Delta x = 0.5$ $\Delta y = 0.5$	$n = 5$ $k = 3$
19	$z = x^2 + y^2 - \sin y$	$x_0 = -2.5$ $y_0 = 5.0$	$\Delta x = 0.25$ $\Delta y = 1$	$n = 2$ $k = 10$
20	$z = \ln(x^2 - xy)$	$x_0 = 0.85$ $y_0 = 3.8$	$\Delta x = 0.05$ $\Delta y = 0.4$	$n = 3$ $k = 6$
21	$z = 2\sin^2(x - y) - x$	$x_0 = 7.75$ $y_0 = 2.1$	$\Delta x = 0.25$ $\Delta y = 0.1$	$n = 4$ $k = 5$
22	$z = \frac{\sin(at)}{t} + t^2$	$a_0 = 6$ $t_0 = 0.1$	$\Delta a = 0.5$ $\Delta t = 0.2$	$n = 3$ $k = 7$
23	$z = e^{-x} + 2e^{-y} + 4$	$x_0 = 5$ $y_0 = 2.4$	$\Delta x = 0.25$ $\Delta y = 0.2$	$n = 2$ $k = 9$
24	$z = (e^{1.2x} - 1)(e^{-y} + y)$	$x_0 = 1.75$ $y_0 = 5.4$	$\Delta x = 0.25$ $\Delta y = 0.2$	$n = 3$ $k = 8$
25	$z = \sin(x^2 + y^2) - 2xy$	$x_0 = 5.5$ $y_0 = 4.0$	$\Delta x = 0.25$ $\Delta y = 0.25$	$n = 4$ $k = 7$
26	$z = \sin x(1 - tg(xy))$	$x_0 = 4.5$ $y_0 = -2.2$	$\Delta x = 0.1$ $\Delta y = 0.1$	$n = 3$ $k = 6$

27	$z = x^2 + \sin(xy) - y^2$	$x_0 = 3.6$ $y_0 = 0.4$	$\Delta x = 0.2$ $\Delta y = 0.2$	$n = 3$ $k = 7$
28	$z = x^2 y^2 (1 - \sin x)$	$x_0 = 1$ $y_0 = 15$	$\Delta x = 0.3$ $\Delta y = 5$	$n = 3$ $k = 7$

### Рейтинг-контроль №3

- $1 + \frac{x}{1!} + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \dots + \frac{x^n}{n!} + \dots$ ; при  $x = 2$ ; (это  $e^x$ ).
- $1 + \frac{x \ln a}{1!} + \frac{(x \ln a)^2}{2!} + \frac{(x \ln a)^3}{3!} + \dots + \frac{(x \ln a)^n}{n!} + \dots$ ; при  $x = 2$ ;  $a = 10$ ; (это  $a^x$ ).
- $x - \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} - \frac{x^4}{4} + \dots + (-1)^n \frac{x^{n+1}}{n+1} \pm \dots$ ; при  $x = 0.5$ ; (это  $\ln(1+x)$ ).
- $-\left(x + \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} + \frac{x^4}{4} + \dots + \frac{x^n}{n} + \dots\right)$ ; при  $x = 0.5$ ; (это  $\ln(1-x)$ ).
- $2\left(x + \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} + \frac{x^7}{7} + \dots + \frac{x^{2n+1}}{2n+1} + \dots\right)$ ; при  $x = 0.5$ ; (это  $\ln \frac{1+x}{1-x}$  или  $2 \operatorname{arctg} x$ ).
- $4\left(1 - \frac{1}{3} + \frac{1}{5} - \frac{1}{7} + \frac{1}{9} - \dots + \frac{(-1)^n}{2n+1} + \dots\right)$ ; (это  $\pi$ ).
- $x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \frac{x^7}{7!} + \dots + (-1)^n \frac{x^{2n+1}}{(2n+1)!} \pm \dots$ ; при  $x = 1$ ; (это  $\sin x$ ).
- $1 - \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} - \frac{x^6}{6!} + \dots + (-1)^n \frac{x^{2n}}{(2n)!} \pm \dots$ ; при  $x = -1$ ; (это  $\cos x$ ).
- $\frac{1}{1 \cdot 2} + \frac{1}{2 \cdot 3} + \frac{1}{3 \cdot 4} + \dots + \frac{1}{n(n+1)} + \dots$ ; здесь  $n = 1, 2, 3, \dots$ ; (это 1).
- $\frac{\pi}{2} - \left(x - \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} - \frac{x^7}{7} + \dots + (-1)^n \frac{x^{2n+1}}{2n+1} \pm \dots\right)$ ; при  $x = -0.5$ ; (это  $\operatorname{arctg} x$ ).
- $\frac{\pi}{2} - \frac{1}{x} + \frac{1}{3x^3} - \frac{1}{5x^5} + \frac{1}{7x^7} - \dots + (-1)^{n-1} \frac{x^{2n+1}}{(2n+1)x^{2n+1}} \pm \dots$ ; при  $x = 3$ ; (это  $\operatorname{arctg} x$ ).
- $\frac{1}{x} + \frac{1}{3x^3} + \frac{1}{5x^5} + \frac{1}{7x^7} - \dots + \frac{1}{(2n+1)x^{2n+1}} + \dots$ ; при  $x = 2$ ; (это  $\operatorname{arcth} x$ ).

### 5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

#### Вопросы к зачёту с оценкой

- Понятие алгоритма. Языки низкого и высокого уровня. Компиляция и линковка текста программы. Разница между исходным текстом и исполняемым модулем.
- Основные блоки графического представления алгоритмов и их характеристика.

3. Основные методы построения алгоритмов с помощью блок-схем: разветвляющиеся алгоритмы. Логические выражения, правила их построения. Операции сравнения и логические операции.
4. Основные методы построения алгоритмов с помощью блок-схем: циклические алгоритмы. Блок цикла.
5. Работа с массивами чисел. Ввод двумерных массивов (матриц) по строкам, по столбцам.
6. Алгоритмы поиска максимального и минимального элемента одномерных массивов.
7. Алгоритмы вычисления суммы и произведения.
8. Задача ранжирования.
9. Итерационные циклы.
10. Программирование на языке Pascal. Типы величин. Константы и переменные. Массивы данных.
11. Pascal. Операции и приоритет операций. Выражения. Арифметические выражения, правила их построения.
12. Pascal. Структура программы.
13. Pascal. Операторы присваивания, ввода и вывода.
14. Pascal. Логические выражения. Условный оператор.
15. Pascal. Операторы циклов.
16. Pascal. Массивы данных.
17. Pascal. Функции, описание и обращение. Формальные и фактические, входные и выходные параметры.

### 5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

Задание №1

$$1. y = \begin{cases} x, & \text{при } -10 < x < 0 \\ \sin x, & \text{при } 0 < x < 20 \end{cases};$$

$$2. y = \begin{cases} \ln|x|, & \text{при } -2 < x < -1 \\ \lg x, & \text{при } -1 < x < 0 \end{cases};$$

$$3. y = \begin{cases} x^2 - x, & \text{при } -5 < x < 0 \\ x^3 + \sin x, & \text{при } 0 < x < 5 \end{cases};$$

$$4. y = \begin{cases} \arcsin x, & \text{при } -1 < x < 0 \\ 1 - \cos x, & \text{при } 0 < x < 1 \end{cases};$$

$$5. y = \begin{cases} \ln \left| \frac{1+x}{1-x} \right|, & \text{при } 2 < x < 3; \\ x^3, & \text{при } 3 < x < 6 \end{cases};$$

$$6. y = \begin{cases} \frac{1}{x^2 + 1}, & \text{при } -5 < x < 0; \\ x^2 + 1, & \text{при } 0 < x < 5 \end{cases};$$

$$7. y = \begin{cases} e^x, & \text{при } -5 < x < 0 \\ 1 - e^x, & \text{при } 0 < x < 5 \end{cases};$$

$$8. y = \begin{cases} \frac{x^2 - 1}{x^2 + 1}, & \text{при } -7 < x < 0; \\ x^2 - 1, & \text{при } 0 < x < 7 \end{cases};$$

$$9. y = \begin{cases} \ln|1+x|, & \text{при } -2 < x < 0 \\ \ln|1-x|, & \text{при } 0 < x < 2 \end{cases};$$

$$10. y = \begin{cases} \sin e^{-x}, & \text{при } -20 < x < 0 \\ \cos e^{-x}, & \text{при } 0 < x < 20 \end{cases}.$$

Задание №2

	Функция	Начальные значения аргументов	Шаг изменения аргументов	Число циклов
1	2	3	4	5
1	$y = \frac{4 \sin x - b^3}{\ln x + 5}$	$x_0 = 0.4$ $b_0 = -27$	$\Delta x = 0.2$ $\Delta b = 3.5$	$n = 8$ $k = 3$
2	$y = \frac{25 - x^3}{\cos^2 x - a^4}$	$x_0 = -1.7$ $a_0 = 15$	$\Delta x = 0.1$ $\Delta a = 0.5$	$n = 5$ $k = 4$
3	$y = \frac{\sqrt{4 x }}{e^x - b^3}$	$x_0 = -1.2$ $b_0 = 100$	$\Delta x = 0.3$ $\Delta b = 2.5$	$n = 6$ $k = 3$
4	$y = \frac{a^4 - \sin a}{a^3 - 2ax}$	$x_0 = 1.6$ $a_0 = -30$	$\Delta x = 0.2$ $\Delta a = 5$	$n = 6$ $k = 4$
5	$y = \frac{4 \sin x - 1}{\ln a}$	$x_0 = -10.5$ $a_0 = 3.4$	$\Delta x = 0.5$ $\Delta a = 0.4$	$n = 6$ $k = 4$

6	$y = (x^2 - b)(3x + 5)$	$x_0 = 2.4$ $b_0 = -23.5$	$\Delta x = 0.2$ $\Delta b = 1.5$	$n = 5$ $k = 6$
7	$y = e^{-a}(3a^2 - x)$	$x_0 = 2.65$ $a_0 = 1.85$	$\Delta x = 0.15$ $\Delta a = 0.05$	$n = 5$ $k = 5$
8	$y = \frac{b^2 - x^3}{\cos^2(2x)}$	$x_0 = 0.98$ $b_0 = 0.35$	$\Delta x = 0.04$ $\Delta b = 0.05$	$n = 6$ $k = 4$
9	$y = \cos^2 x - ax$	$x_0 = 1.6$ $a_0 = 12$	$\Delta x = 0.1$ $\Delta a = 0.5$	$n = 6$ $k = 3$
10	$y = 2 \lg(x + 0.2a^2)$	$x_0 = 0.8$ $a_0 = 1.5$	$\Delta x = 0.1$ $\Delta a = 0.2$	$n = 6$ $k = 3$
11	$y = \lg(x^2 - 5a)$	$x_0 = 2.9$ $a_0 = 54$	$\Delta x = 0.3$ $\Delta a = 2$	$n = 5$ $k = 4$
12	$y = e^x(x - a^2)$	$x_0 = -1.85$ $a_0 = 1.28$	$\Delta x = 0.05$ $\Delta a = 0.02$	$n = 8$ $k = 3$
13	$z = e^x - 2xy + y^2$	$x_0 = -5.4$ $y_0 = -28$	$\Delta x = 0.4$ $\Delta y = 2$	$n = 6$ $k = 4$
14	$z = \sin x + \cos y - xy^2$	$x_0 = -5.2$ $y_0 = 6.4$	$\Delta x = 0.4$ $\Delta y = 0.2$	$n = 3$ $k = 5$
15	$z = \frac{x^2 - y^2}{2xy}$	$x_0 = 0.25$ $y_0 = 9.1$	$\Delta x = 0.5$ $\Delta y = 0.1$	$n = 4$ $k = 4$
16	$z = \frac{\sqrt{ x + y }}{x^2 + y^2}$	$x_0 = -12$ $y_0 = 8.5$	$\Delta x = 2$ $\Delta y = 2.5$	$n = 5$ $k = 4$
17	$z = x^2 - xy + \sin y$	$x_0 = 0.93$ $y_0 = 1.4$	$\Delta x = 0.02$ $\Delta y = 0.1$	$n = 4$ $k = 5$
18	$z = \cos^2 x + 2xy$	$x_0 = -3.5$ $y_0 = 12.5$	$\Delta x = 0.5$ $\Delta y = 0.5$	$n = 5$ $k = 3$
19	$z = x^2 + y^2 - \sin y$	$x_0 = -2.5$ $y_0 = 5.0$	$\Delta x = 0.25$ $\Delta y = 1$	$n = 2$ $k = 10$
20	$z = \ln(x^2 - xy)$	$x_0 = 0.85$ $y_0 = 3.8$	$\Delta x = 0.05$ $\Delta y = 0.4$	$n = 3$ $k = 6$

21	$z = 2 \sin^2(x - y) - x$	$x_0 = 7.75$ $y_0 = 2.1$	$\Delta x = 0.25$ $\Delta y = 0.1$	$n = 4$ $k = 5$
22	$z = \frac{\sin(at)}{t} + t^2$	$a_0 = 6$ $t_0 = 0.1$	$\Delta a = 0.5$ $\Delta t = 0.2$	$n = 3$ $k = 7$
23	$z = e^{-x} + 2e^{-y} + 4$	$x_0 = 5$ $y_0 = 2.4$	$\Delta x = 0.25$ $\Delta y = 0.2$	$n = 2$ $k = 9$
24	$z = (e^{1.2x} - 1)(e^{-y} + y)$	$x_0 = 1.75$ $y_0 = 5.4$	$\Delta x = 0.25$ $\Delta y = 0.2$	$n = 3$ $k = 8$
25	$z = \sin(x^2 + y^2) - 2xy$	$x_0 = 5.5$ $y_0 = 4.0$	$\Delta x = 0.25$ $\Delta y = 0.25$	$n = 4$ $k = 7$
26	$z = \sin x(1 - \operatorname{tg}(xy))$	$x_0 = 4.5$ $y_0 = -2.2$	$\Delta x = 0.1$ $\Delta y = 0.1$	$n = 3$ $k = 6$
27	$z = x^2 + \sin(xy) - y^2$	$x_0 = 3.6$ $y_0 = 0.4$	$\Delta x = 0.2$ $\Delta y = 0.2$	$n = 3$ $k = 7$
28	$z = x^2 y^2(1 - \sin x)$	$x_0 = 1$ $y_0 = 15$	$\Delta x = 0.3$ $\Delta y = 5$	$n = 3$ $k = 7$

## Задание №3

- $1 + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} + \frac{x^6}{6!} + \dots + \frac{x^{2n}}{(2n)!} + \dots$ ; при  $x = 1$ ; (это  $\operatorname{ch} x$ ).
- $x + \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} + \frac{x^7}{7!} + \dots + \frac{x^{2n+1}}{(2n+1)!} + \dots$ ; при  $x = 1$ ; (это  $\operatorname{sh} x$ ).
- $2 \left( \frac{1}{x} + \frac{1}{3x^3} + \frac{1}{5x^5} + \frac{1}{7x^7} + \dots + \frac{1}{(2n+1)x^{2n+1}} + \dots \right)$ ; при  $x = 2$ ; (это  $\ln \frac{1+x}{1-x}$  или  $2 \operatorname{arctg} x$ ).
- $x - \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} - \frac{x^7}{7} + \dots + (-1)^n \frac{x^{2n+1}}{2n+1} \pm \dots$ ; при  $x = -0.5$ ; (это  $\operatorname{arctg} x$ ).
- $2 \left( \frac{x-1}{x+1} + \frac{(x-1)^3}{3(x+1)^3} + \frac{(x-1)^5}{5(x+1)^5} + \dots + \frac{(x-1)^{2n+1}}{(2n+1)(x+1)^{2n+1}} + \dots \right)$ ; при  $x = 3$ ; (это  $\ln x$ ).
- $(x-1) - \frac{(x-1)^2}{2} + \frac{(x-1)^3}{3} - \dots + (-1)^n \frac{(x-1)^n}{n} \pm \dots$ ; при  $x = 2$ ; (это  $\ln x$ ).
- $\frac{(x-1)}{x} + \frac{(x-1)^2}{2x^2} + \frac{(x-1)^3}{3x^3} + \dots + \frac{(x-1)^n}{nx^n} + \dots$ ; при  $x = 2.5$ ; (это  $\ln x$ ).
- $-\frac{\pi}{2} - \frac{1}{x} + \frac{1}{3x^3} - \frac{1}{5x^5} + \frac{1}{7x^7} - \dots + \frac{(-1)^{n+1}}{(2n+1)x^{2n+1}} \pm \dots$ ; при  $x = -2$ ; (это  $\operatorname{arctg} x$ ).
- $x + \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} + \frac{x^7}{7} + \dots + \frac{x^{2n+1}}{2n+1} + \dots$ ; при  $x = -0.5$ ; (это  $\operatorname{arctg} x$ ).

$$10. \quad \cos x + \frac{1}{3} \cos 3x + \frac{1}{5} \cos 5x + \dots + \frac{\cos(2n+1)x}{2n+1} + \dots; \text{ при } x = 2; \left( \text{это } \frac{1}{2} \ln \operatorname{ctg} \frac{x}{2} \right).$$

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3
Основная литература*		
1. В. Н. Лобко. Математические методы в химии и химической технологии. Основы программирования вычислительных задач. Учебное пособие. Владимир 2018	2018	<a href="http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/7426">http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/7426</a>
2. Р.Г. Сафин, А.И. Иванов, Н.Ф. Тимербаев. Основы научных исследований. Организация и планирование эксперимента : учебное пособие. Казан. нац. исслед. технол. ун-т. –Казань : Изд-во КНИТУ. 2013.	2013	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788214122.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788214122.html</a>
3. Ф.И. Карманов, В.А. Острейковский. Статистические методы обработки экспериментальных данных. Лабораторный практикум с использованием пакета MathCad: Учеб. Пособие. М.: Абрис, 2012.	2012	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200599.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200599.html</a>
4. Санников Е.В. Курс практического программирования в Delphi. Объектно - ориентированное программирование. М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2013.	2013	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785913591227.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785913591227.html</a>
Дополнительная литература		
1. В.П. Осипов. Практикум по программированию на языке DELPHI : в 2 ч. Ч. 1 : Структурное программирование : учеб. Пособие. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010...	2010	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0359.html">http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0359.html</a>

### 6.2. Периодические издания

1. Программирование (журнал).



### **6.3. Интернет-ресурсы**

1. Язык программирования Pascal.
2. Интегрированная среда разработки программ Borland Delphi.
3. <http://www.y10k.ru/books/> 4. <http://www.abc.chemistry.bsu.by/current/fulltext.htm>
5. <http://www.sciencedirect.com>
6. <http://chemteq.ru/lib/book>
7. <http://www.chem.msu.su/rus>

### **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Лабораторные работы проводятся в лаборатории 422-2, 423-2.

При чтении лекционного курса используются мультимедийные средства обучения в виде набора слайдов с демонстрацией через проектор.

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения: Windows 10, Lazarus, Microsoft Office 2010, Power Point, Adobe Reader,

Рабочую программу составил доцент Лобко В.Н. 


Рецензент  
(представитель работодателя)

ООО «БИОХИМПРЕСУРС», научный сотрудник  
к.х.н. 

Д.К. Лаврухин

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии

Протокол № 10 от 25.06 2021 г.

Заведующий кафедрой 

Б.А. Кухтин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии  
направления 04.03.01 – «Химия»

Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Председатель комиссии 

Б.А. Кухтин

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

**ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ**

в рабочую программу дисциплины  
«Обработка результатов химического эксперимента» образовательной программы направления  
подготовки 04.03.01 – Химия, направленность: Химический анализ, химическая и  
экологическая экспертиза объектов окружающей среды

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата протокола заседания кафедры)
1			
2			

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
*Подпись* *ФИО*