

Приложение ПССЗ по специальности 09.02.07 Информационные системы и программирование
2022-2023 уч.г.: Комплект контрольно-оценочных средств учебной дисциплины ОП.10 Численные
методы

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ
ОБЛАСТНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«АЛЕКСЕЕВСКИЙ КОЛЛЕДЖ»

Комплект
контрольно-оценочных средств
по учебной дисциплине
ОП.10 Численные методы
для специальности
09.02.07 Информационные системы и программирование

Алексеевка – 2022

Комплект контрольно-оценочных средств разработан на основе Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 09.02.07 Информационные системы и программирование

Составитель:

Капустина Е.И., преподаватель ОГАОУ «Алексеевский колледж»

1. Паспорт комплекта оценочных средств

1.1 Область применения комплекта оценочных средств

Контрольно-оценочные средства (КОС) предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины ОП.10 Численные методы.

КОС включают контрольные материалы для проведения промежуточной аттестации в форме дифференцированного зачета.

КОС разработан на основании рабочей программы учебной дисциплины ОП.10 Численные методы

1.3. Цели и задачи учебной дисциплины – требования к результатам освоения программы:

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен **уметь**:

У1 использовать основные численные методы решения математических задач;

У2 выбирать оптимальный численный метод для решения поставленной задачи;

У3 давать математические характеристики точности исходной информации и оценивать точность полученного численного решения;

У4 разрабатывать алгоритмы и программы для решения вычислительных задач, учитывая необходимую точность получаемого результата.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен **знать**:

З1 методы хранения чисел в памяти электронно-вычислительной машины (далее – ЭВМ) и действия над ними, оценку точности вычислений;

З2 методы решения основных математических задач – интегрирования, дифференцирования, решения линейных и трансцендентных уравнений и систем уравнений с помощью ЭВМ.

Профессиональные (ПК) и общие (ОК) **компетенции**, которые актуализируются при изучении учебной дисциплины:

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.

ОК 02. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.

ОК 04. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.

ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста.

ОК 09. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

ПК 1.1. Формировать алгоритмы разработки программных модулей в соответствии с техническим заданием.

ПК 1.2. Разрабатывать программные модули в соответствии с техническим заданием.

ПК 1.5. Осуществлять рефакторинг и оптимизацию программного кода.

ПК 3.4. Проводить сравнительный анализ программных продуктов и средств разработки, с целью выявления наилучшего решения согласно критериям, определенным техническим заданием.

ПК 5.1. Собирать исходные данные для разработки проектной документации на информационную систему.

ПК 9.2. Разрабатывать веб-приложение в соответствии с техническим заданием.

ПК 10.1. Обрабатывать статистический и динамический информационный контент.

ПК 11.1. Осуществлять сбор, обработку и анализ информации для проектирования баз данных.

Планируемые личностные результаты освоения рабочей программы

ЛР 4. Проявляющий и демонстрирующий уважение к людям труда, осознающий ценность собственного труда. Стремящийся к формированию в сетевой среде лично и профессионального конструктивного «цифрового следа».

ЛР 10. Заботящийся о защите окружающей среды, собственной и чужой безопасности, в том числе цифровой.

1.3 Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

Наименование тем	Коды умений (У), знаний (З), личностных результатов (ЛР), формированию которых способствует элемент программы	Средства контроля и оценки результатов обучения в рамках текущей аттестации (номер задания)	Средства контроля и оценки результатов обучения в рамках промежуточной аттестации (номер задания/контрольного вопроса/ экзаменационного билета)
Тема 1. Элементы теории погрешностей	У1-4 З1-2 ЛР 4,10	ПЗ №3	ПЗ №1-14 КВ №1-6
Тема 2. Приближённые	У1-4 З1-2	ПЗ №6	ПЗ №15-25 КВ №7-16

решения алгебраических и трансцендентных уравнений	ЛР 4,10		
Тема 3. Решение систем линейных алгебраических уравнений	У1-4 31-2 ЛР 4,10	ПЗ №9	ПЗ №26-30 КВ №17-21
Тема 4. Интерполирование и экстраполирование функций	У1-4 31-2 ЛР 4,10	ПЗ №12	ПЗ №52-57 КВ №22-23
Тема 5. Численное интегрирование	У1-4 31-2 ЛР 4,10	ПЗ №15	ПЗ №31-40 КВ №24-28
Тема 6. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений	У1-4 31-2 ЛР 4,10	ПЗ №16	ПЗ №41-51 КВ №29-32

2. Комплект оценочных средств для текущей аттестации

2.1. Практические задания (ПЗ)

ПЗ №3 Абсолютная и относительная погрешности

Задание 1. Вычислить относительную погрешность числа $x^* = 2.5732$, заданного всеми своими верными цифрами в строгом (узком) смысле. Абсолютная погрешность $\Delta(x^*) = 0.00005$.

Задание 2. Округлить число $x^* = 2.5732$ до 3 значащих цифр, найти абсолютную и относительную погрешности полученных приближений. Цифры верны в широком смысле.

Задание 3. Число x , все цифры которого верны в строгом смысле, округлить до трех значащих цифр. Для получения числа $x_1 \approx x$ найти предельную абсолютную и предельную относительные погрешности в строгом и широком смысле. В записи числа x_1 указать количество верных цифр по абсолютной и относительной погрешности (в строгом и широком смысле).

Номер задания	x	z	a	b	c
1.	3,4256	$\frac{ab - 4c}{\ln(a)} + 3b$	12,72	0,34	0,0290
2.	0,5789	$\frac{a - \operatorname{tg}(b)}{13c + b}$	3,49	0,845	0,0037
3.	112,45	$\frac{\ln(b + c)}{b - ac}$	0,0399	4,83	0,0721

Номер задания	x	z	a	b	c
4.	0,1385	$\frac{b - \sin a}{a + 3c}$	3,672	4,63	0,0278
5.	23,394	$\frac{10c + \sqrt{b}}{a^2 - b}$	1,24734	0,346	0,051

ПЗ №6 Решение алгебраических и трансцендентных уравнений методами хорд и касательных

Задание 1. Уточнить корни уравнения $\cos(2x) + x - 5 = 0$ методом касательных с точностью до 0,00001.

Задание 2. Требуется уточнить корни уравнения $\cos(2x) + x - 5 = 0$ комбинированным методом с точностью до 0,00001.

ПЗ №9. Метод Зейделя

Задание 1. Требуется найти решение системы с точностью $\varepsilon = 0,001$.

$$x_1 + 5 \cdot x_2 - x_3 = 2$$

$$x_1 \cdot x_3 = -1$$

$$2 \cdot x_1 - x_2 - 3 \cdot x_3 = 5$$

Задание 2. Методом Зейделя решить систему с точностью $\varepsilon = 10^{-3}$:

$$20,9x_1 + 1,2x_2 + 2,1x_3 + 0,9x_4 = 21,70,$$

$$1,2x_1 + 21,2x_2 + 1,5x_3 + 2,5x_4 = 27,46,$$

$$2,1x_1 + 1,5x_2 - 19,8x_3 + 1,3x_4 = 28,76,$$

$$0,9x_1 + 2,5x_2 + 1,3x_3 + 32,1x_4 = 49,72.$$

ПЗ №12. Нахождение интерполяционных многочленов сплайнами.

Задание 1. Объем 1 кг метана изменяется в зависимости от давления при $T = 273 \text{ K}$ следующим образом [4]:

$P, \text{ Па}$	$0,960 \cdot 10^5$	$0,750 \cdot 10^5$	$0,360 \cdot 10^5$
$V, \text{ м}^3$	1,477	1,891	3,939

Определить объем 1 кг метана при давлении $P = 0,830 \cdot 10^5 \text{ Па}$.

Решить с помощью кубической сплайн-интерполяции.

В приведенном выше примере найти коэффициенты полинома.

ПЗ №15 Формулы Ньютона - Котеса: методы трапеций, парабол

Задание 1. Для $n = 4$ вычислить по обобщенной формуле трапеций интеграл $J = \int_{-1}^3 (2+x)^{-1} dx$. Оценить погрешность метода.

$$J = \int_{-1}^3 (2+x)^{-1} dx,$$

Задание 2. Для $n = 4$ вычислить по формуле Симпсона

ПЗ №16. Применение численных методов для решения дифференциальных уравнений.

Задание 1. **Пример.** Численно и аналитически решить дифференциальное уравнение $dy/dx=x^2$ при $y|_{x=0}=1$. Определить значение функции при $x_k=1$, $h=1$.

Задание 2

1. Решить дифференциальное уравнение аналитически и численно указанными методами для двух значений шага интегрирования $h=0.01$; 0.001 . Результаты расчета вывести на экран и распечатать в виде таблицы.

2. Построить графики функций $y(x)$ (5 графиков).

1) $y'=(xy^2+x)/(y-x^2y)$

2) $y'=(1-2x)/y^2$

3. Комплект оценочных средств для промежуточной аттестации

3.1. Практические задания (ПЗ)

ПЗ №1 Определить верные и сомнительные цифры 13.5726(± 0.0072).

ПЗ №2 Определить верные и сомнительные цифры 23.3748(± 0.00115).

ПЗ №3 Найти значение выражения $X=\frac{ab}{\sqrt[3]{c}}$, $a=3,85$, $b=4,16$, $c=7,27$.

ПЗ №4 Найти значение выражения $X=\frac{\sqrt{a \cdot b}}{c}$, $a=228.6$, $b=315.6$, $c=186.7$.

ПЗ №5 Найти значение выражения $X=\frac{\sqrt{ab}}{c}$, $a=3.845$, $b=4.632$, $c=7,312$.

ПЗ №6 Округлить с недостатком, с избытком, наименьшей погрешностью до первой значащей цифры 22.553.

ПЗ №7 Округлить с недостатком, с избытком, наименьшей погрешностью до первой значащей цифры 34.834.

ПЗ №8 Округлить с недостатком, с избытком, наименьшей погрешностью до первой значащей цифры 5.435.

ПЗ №9 Вычислить $x = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{\pi}{2}} + \frac{2}{\pi} + \sqrt{\frac{1}{3}}$ с пятью значащими цифрами.

ПЗ №10 Вычислить $\sqrt{28,1198}$ с тремя значащими цифрами.

ПЗ №11 Округлить число 8,9652 до сотых. Найти погрешности округления.

ПЗ №12 Вычислить $x = \frac{1}{2\pi} + \frac{e}{\pi} + \sqrt{\frac{3}{7}}$ с четырьмя значащими цифрами.

ПЗ №13 Вычислить $\sqrt{17,5324}$ с тремя значащими цифрами.

ПЗ №14 Округлить число 8,96 до десятых и найдите абсолютную и относительную погрешность.

ПЗ №15 Решить уравнение методом половинного деления с точностью 0.001 $x^3 - 3x^2 + 9x - 8 = 0$.

ПЗ №16 Решить уравнение методом половинного деления с точностью 0.001
 $x^3 - 3x^2 + 6x + 3 = 0$.

ПЗ №17 Решить уравнение методом половинного деления с точностью 0.001
 $x^3 - 3x^2 + 9x + 2 = 0$.

ПЗ №18 Решить уравнение методом хорд с точностью 0.001 $x^3 - 2x + 4 = 0$.

ПЗ №19 Решить уравнение методом хорд с точностью 0.001 $x^3 + 4x - 6 = 0$.

ПЗ №20 Решить уравнение комбинированным методом с точностью 0.001
 $x^3 - 3x^2 + 3 = 0$.

ПЗ №21 Решить уравнение методом касательных с точностью 0.001
 $x^3 + 3x^2 - 2 = 0$.

ПЗ №22 Решить уравнение методом касательных с точностью 0.001
 $x^3 + 3x^2 - 1 = 0$.

ПЗ №23 Решить уравнение комбинированным методом с точностью 0.001
 $x^3 - 12x + 10 = 0$.

ПЗ №24 Решить уравнение методом итерации с точностью 0.001
 $x^3 - 12x + 10 = 0$.

ПЗ №25 Решить уравнение методом итерации с точностью 0.001
 $x^3 + 2x^2 + 2 = 0$.

ПЗ №26 Решить систему уравнений методом Гаусса с точностью 0.001
$$\begin{cases} 0.34x_1 + 0.71x_2 + 0.63x_3 = 2.08; \\ 0.71x_1 - 0.65x_2 - 0.18x_3 = 0.17; \\ 1.17x_1 - 2.35x_2 + 0.75x_3 = 1.28. \end{cases}$$

ПЗ №27 Решить систему уравнений методом Гаусса с точностью 0.001
$$\begin{cases} 3.75x_1 - 0.28x_2 + 0.17x_3 = 0.75; \\ 2.11x_1 - 0.11x_2 - 0.12x_3 = 1.11; \\ 0.22x_1 - 3.17x_2 + 1.81x_3 = 0.05. \end{cases}$$

ПЗ №28 Решить систему уравнений методом главных элементов с точностью 0.001
$$\begin{cases} 0.21x_1 - 0.18x_2 + 0.75x_3 = 0.11; \\ 0.13x_1 + 0.75x_2 - 0.11x_3 = 2.00; \\ 3.01x_1 - 0.33x_2 + 0.11x_3 = 0.13. \end{cases}$$

ПЗ №29 Решить систему уравнений методом главных элементов с точностью 0.001
$$\begin{cases} 0.13x_1 - 0.14x_2 - 2.00x_3 = 0.15; \\ 0.75x_1 + 0.18x_2 - 0.77x_3 = 0.11; \\ 0.28x_1 - 0.17x_2 + 0.39x_3 = 0.12. \end{cases}$$

ПЗ №30 Решить систему уравнений методом итерации с точностью 0.001:
$$\begin{cases} x_1 = 0.23x_1 - 0.04x_2 + 0.21x_3 + 1.24; \\ x_2 = 0.45x_1 - 0.23x_2 + 0.06x_3 - 0.88; \\ x_3 = 0.26x_1 + 0.34x_2 - 0.11x_3 + 0.62. \end{cases}$$

ПЗ №31 Вычислить интеграл по формуле правых и левых прямоугольников

$$\int_{1.2}^2 \frac{x-0.5}{\sqrt{x^2-1}} dx.$$

ПЗ №32 Вычислить интеграл по формуле правых и левых прямоугольников

$$\int_{2.6}^{3.4} \frac{x+0.5}{\sqrt{x^2+1.5}} dx.$$

ПЗ №33 Вычислить интеграл по формуле трапеций $\int_{0.8}^{1.6} \frac{0.5x+2}{\sqrt{x^2+1}} dx$

ПЗ №34 Вычислить интеграл по формуле парабол $\int_{2.2}^{3.8} \frac{x+1}{\sqrt{x^2+2}} dx.$

ПЗ №35 Вычислить интеграл по формуле Гаусса $\int_2^{3.2} \frac{x+2}{\sqrt{x^2+1}} dx.$

ПЗ №36 Вычислить интеграл по формуле средних прямоугольников

$$\int_{1.2}^2 \frac{x-0.5}{\sqrt{x^2-1}} dx.$$

ПЗ №37 Вычислить интеграл по формуле трапеций $\int_{2.6}^{3.4} \frac{x+0.5}{\sqrt{x^2+1.5}} dx.$

ПЗ №38 Вычислить интеграл по формуле парабол $\int_{2.6}^{3.4} \frac{x+0.5}{\sqrt{x^2+1.5}} dx.$

ПЗ №39 Вычислить интеграл по формуле Гаусса $\int_{2.6}^{3.4} \frac{x+0.5}{\sqrt{x^2+1.5}} dx.$

ПЗ №40 Вычислить интеграл по формуле парабол $\int_2^{3.2} \frac{x+2}{\sqrt{x^2+1}} dx.$

ПЗ №41 Решить дифференциальное уравнение методом Эйлера

$$y' = \frac{2xy}{x^2+1}, y(0) = 1.$$

ПЗ №42 Решить дифференциальное уравнение методом Эйлера

$$y' = \frac{y}{y^2+x}, y(1) = 1.$$

ПЗ №43 Решить дифференциальное уравнение уточнённым методом Эйлера

$$y' = \frac{xy-x^2}{x^2-2xy}, y(1) = 1.$$

ПЗ №44 Решить дифференциальное уравнение методом Рунге

Кутта $y' = \frac{2xy}{x^2+1}, y(0) = 1.$

ПЗ №45 Решить дифференциальное уравнение методом Коши

$$y' = \frac{y}{y^2+x}, y(1) = 1.$$

ПЗ №46 Решить дифференциальное уравнение методом Рунге Кутта

$$y' = \frac{y}{y^2+x}, y(1) = 1.$$

ПЗ №47 Решить дифференциальное уравнение методом Эйлера-Коши

$$y' = \frac{y}{y^2 + x}, y(1) = 1.$$

ПЗ №48 Решить дифференциальное уравнение методом Эйлера

$$y' = \frac{xy - x^2}{x^2 - 2xy}, y(1) = 1.$$

ПЗ №49 Решить дифференциальное уравнение методом Рунге Кутта

$$y' = \frac{xy - x^2}{x^2 - 2xy}, y(1) = 1.$$

ПЗ №50 Решить дифференциальное уравнение методом Коши

$$y' = \frac{xy - x^2}{x^2 - 2xy}, y(1) = 1.$$

ПЗ №51 Решить дифференциальное уравнение методом Эйлера- Коши

$$y' = \frac{xy - x^2}{x^2 - 2xy}, y(1) = 1.$$

ПЗ №52 Найти приближенное значение функции при данном значении аргумента с помощью интерполяционного многочлена Лагранжа, если функция задана в неравноотстоящих узлах таблицы

x	y	x
0,43	1,63597	0,702
0,48	1,73234	
0,55	1,87686	
0,62	2,03345	
0,70	2,22846	
0,73	2,35973	

ПЗ №53 Найти приближенное значение функции при данном значении аргумента с помощью интерполяционного многочлена Лагранжа, если функция задана в неравноотстоящих узлах таблицы.

x	y	x
0,02	1,02316	0,102
0,08	1,09590	
0,12	1,14725	
0,17	1,21483	
0,23	1,30120	
0,30	1,40976	

ПЗ №54 Найти приближенное значение функции при данном значении аргумента с помощью интерполяционного многочлена Лагранжа, если функция задана в неравноотстоящих узлах таблицы.

x	y	x
---	---	---

0,43	1,63597	0,215
0,48	1,73234	
0,55	1,87686	
0,62	2,03345	
0,70	2,22846	
0,73	2,35973	

ПЗ №55 Найти приближенное значение функции при данном значении аргумента с помощью интерполяционного многочлена Лагранжа, если функция задана в равноотстоящих узлах таблицы

x	y	x
1,375	5,04192	1,3832
1,380	5,17744	
1,385	5,32016	
1,390	5,47069	
1,395	5,62968	
1,400	5,79788	

ПЗ №56 Найти приближенное значение функции при данном значении аргумента с помощью интерполяционного многочлена Лагранжа, если функция задана: 1) в неравноотстоящих узлах таблицы; 2) в равноотстоящих узлах таблицы.

x	y	x
1,375	5,04192	1,3866
1,380	5,17744	
1,385	5,32016	
1,390	5,47069	
1,395	5,62968	
1,400	5,79788	

ПЗ №57 Найти приближенное значение функции при данном значении аргумента с помощью интерполяционного многочлена Лагранжа, если функция задана: 1) в неравноотстоящих узлах таблицы; 2) в равноотстоящих узлах таблицы.

x	y	x
0,115	8,65729	0,1264
0,120	8,29329	
0,125	7,95829	
0,130	7,64893	
0,135	7,36235	
0,140	7,09613	

3.2. Контрольные вопросы (КВ)

- КВ 1 Погрешность. Абсолютная погрешность. Относительная погрешность.
- КВ 2 Верные и сомнительные цифры. Значащие цифры.
- КВ 3 Округление числа. Округление с недостатком. Округление с избытком. Округление с наименьшей погрешностью.
- КВ 4 Правило округления без строго учёта погрешностей для сложения. Правило округления без строго учёта погрешностей для вычитания.
- КВ 5 Правило округления без строго учёта погрешностей для умножения. Правило округления без строго учёта погрешностей для деления.
- КВ 6 Правило округления без строго учёта погрешностей для возведения в степень. Правило округления без строго учёта погрешностей для извлечения корня.
- КВ 7 Алгебраическое уравнение. Трансцендентное уравнение.
- КВ 8 Методы решения нелинейных уравнений.
- КВ 9 Этапы нахождения корней уравнения.
- КВ 10 Отделение корней. Уточнение приближённых корней.
- КВ 11 Перечислите численные методы для решения нелинейных уравнений.
- КВ 12 Метод половинного деления для решения нелинейных уравнений.
- КВ 13 Метод хорд для решения нелинейных уравнений.
- КВ 14 Метод касательных для решения нелинейных уравнений.
- КВ 15 Метод итерации для решения нелинейных уравнений.
- КВ 16 Комбинированный метод для решения нелинейных уравнений.
- КВ 17 Перечислите численные методы для решения нелинейных систем уравнений.
- КВ 18 Метод Гаусса для нахождения определителя.
- КВ 19 Метод Гаусса для решения системы уравнений.
- КВ 20 Метод главных элементов для решения системы уравнений.
- КВ 21 Метод итерации для решения системы уравнений.
- КВ 22 Составление интерполяционных формул Лагранжа, Ньютона
- КВ 23 Нахождение интерполяционных многочленов сплайнами.
- КВ 24 Перечислите численные методы для вычисления интегралов.
- КВ 25 Метод прямоугольников для вычисления интегралов.
- КВ 26 Метод трапеций для вычисления интегралов.
- КВ 27 Метод парабол для вычисления интегралов.
- КВ 28 Метод Гаусса для вычисления интегралов.
- КВ 29 Численные методы решения дифференциального уравнения.
- КВ 30 Метод Эйлера для решения дифференциального уравнения.
- КВ 31 Метод Эйлера с уточнением для решения дифференциального уравнения.
- КВ 32 Метод Рунге-Кутты для решения дифференциального уравнения.

Критерии оценивания

«5» «отлично» – студент показывает глубокое и полное овладение содержанием программного материала по УД, в совершенстве владеет понятийным аппаратом и демонстрирует умение применять теорию на практике, решать различные практические и профессиональные задачи, высказывать и обосновывать свои суждения в форме грамотного, логического ответа (устного или письменного), а также высокий уровень овладение общими и профессиональными компетенциями и демонстрирует готовность к профессиональной деятельности;

«4» «хорошо» – студент в полном объеме освоил программный материал по УД, владеет понятийным аппаратом, хорошо ориентируется в изучаемом материале, осознанно применяет знания для решения практических и профессиональных задач, грамотно излагает ответ, но содержание, форма ответа (устного или письменного) имеют отдельные неточности, демонстрирует средний уровень овладение общими и профессиональными компетенциями и готовность к профессиональной деятельности;

«3» «удовлетворительно» – студент обнаруживает знание и понимание основных положений программного материала по УД, но излагает его неполно, непоследовательно, допускает неточности в определении понятий, в применении знаний для решения практических и профессиональных задач, не умеет доказательно обосновать свои суждения, но при этом демонстрирует низкий уровень овладения общими и профессиональными компетенциями и готовность к профессиональной деятельности;

«2» «неудовлетворительно» – студент имеет разрозненные, бессистемные знания, не умеет выделять главное и второстепенное, допускает ошибки в определении понятий, беспорядочно и неуверенно излагает программный материал по УД, не умеет применять знания для решения практических и профессиональных задач, не демонстрирует овладение общими и профессиональными компетенциями и готовность к профессиональной деятельности.

3. Информационное обеспечение

перечень учебных изданий, электронных изданий, электронных и Интернет-ресурсов, образовательных платформ, электронно-библиотечных систем, веб-систем для организации дистанционного обучения и управления им,

используемые в образовательном процессе как основные и дополнительные источники.

Основные источники:

1. Численные методы и программирование, учебное пособие/Колдаев В.Д., Гагарина Л.Г.,-М.: ИД ФОРУМ,2017-240 с.
2. Численные методы. Учебное пособие для СПО/ Гателюк О.В. – М.: Юрайт, 2019 – 140 с.

Дополнительные источники:

1. Бахвалов, Н. С. Численные методы / Н. С. Бахвалов, Н. П.Жидков, Г. Н. Кобельков. М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2003. 632 с.
2. Численные методы и их реализация в Microsoft Excel. Ч.1: лабораторный практикум по информатике/Сост. Е.В. Башкинова, Г.Ф. Егорова, А.А. Заусаев. – Самара; Самар.гос.техн.ун-т, 2009. 44 с.
3. Численные методы и их реализация в Microsoft Excel. Ч.2: лабораторный практикум по информатике/Сост. Е.В. Башкинова, Г.Ф. Егорова, А.А. Заусаев. – Самара; Самар.гос.техн.ун-т, 2009. 44 с.

Электронные издания (электронные ресурсы):

Цифровая образовательная среда СПО PROФобразование:

- Пименов, В. Г. Численные методы. В 2 ч. Ч. 1 : учебное пособие для СПО / В. Г. Пименов ; под редакцией Ю. А. Меленцовой. — 2-е изд. — Саратов, Екатеринбург : Профобразование, Уральский федеральный университет, 2019. — 111 с. — ISBN 978-5-4488-0398-7, 978-5-7996-2919-9. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/87906> (дата обращения: 18.08.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

Пименов, В. Г. Численные методы. В 2 ч. Ч. 2 : учебное пособие для СПО / В. Г. Пименов, А. Б. Ложников ; под редакцией Ю. А. Меленцовой. — 2-е изд. — Саратов, Екатеринбург : Профобразование, Уральский федеральный университет, 2019. — 105 с. — ISBN 978-5-4488-0399-4, 978-5-7996-2894-9. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/87905> (дата обращения: 18.08.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

Электронно-библиотечная система:

IPR BOOKS - <https://www.iprbookshop.ru/31590.html>

Веб-система для организации дистанционного обучения и управления им:

Система дистанционного обучения ОГАПОУ «Алексеевский колледж»
<http://moodle.alcollege.ru/>