

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

УТВЕРЖДАЮ:

Заместитель директора

 И.А. Злобина

31 августа 2021 г.

**Комплект
контрольно-оценочных средств**

по учебной дисциплине

ОП.10 Численные методы

для специальности

09.02.07 Информационные системы и программирование

РАССМОТРЕНО

на заседании предметно-цикловой комиссии
обще профессиональных дисциплин и профессиональных
модулей специальностей 09.02.04 Информационные
системы (по отраслям) и 09.02.07 Информационные
системы и программирование
Протокол № 1 от 31 августа 2021 г.

Председатель  И.В. Косинова

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 Елена Ивановна, преподаватель

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

1.2 Система контроля и оценки освоения программы учебной дисциплины

Контроль и оценка результатов освоения учебной дисциплины осуществляется преподавателем в процессе проведения теоретических и практических занятий, дифференцированного зачета.

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания), с учетом личностных результатов, профессионального стандарта и стандарта компетенции Ворлдскиллс	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения
умения: использовать основные численные методы решения математических задач; выбирать оптимальный численный метод для решения поставленной задачи; давать математические характеристики точности исходной информации и оценивать точность полученного численного решения; разрабатывать алгоритмы и программы для решения вычислительных задач, учитывая необходимую точность получаемого результата.	Экспертное наблюдение и оценка при выполнении практической работы, проверка домашнего задания. Защита практической работы, устный и письменный опрос, дифференцированный зачет
знания: методы хранения чисел в памяти электронно-вычислительной машины (далее – ЭВМ) и действия над ними, оценку точности вычислений; методы решения основных математических задач – интегрирования, дифференцирования, решения линейных и трансцендентных уравнений и систем уравнений с помощью ЭВМ.	Экспертное наблюдение и оценка при выполнении практической работы, проверка домашнего задания. Защита практической работы, устный и письменный опрос, дифференцированный зачет

2. Комплект оценочных средств

2.1. Контрольные вопросы и задания к дифференцированному зачету

- 1) Приведите матричный способ записи систем линейных уравнений.
- 2) В чем заключается отделение корней нелинейного уравнения $F(x) = 0$?
- 3) Что называется квадратурной формулой для приближенного вычисления определенного интеграла?
- 4) Что называется порядком погрешности аппроксимации производной? Приведите примеры погрешности разных порядков.
- 5) Задана табличная функция

x	0	0,2	0,4
y	1	1,4	1,9

С помощью линейной интерполяции найти $y(0,25)$.

- 6) Что означает режим работы компьютера с фиксированной точкой?
- 7) Что называется характеристическим многочленом матрицы?
- 8) Выведите формулу линейной интерполяции, взяв первые два члена интерполяционного многочлена Ньютона.
- 9) Какие уравнения называются разностными? Что называется порядком разностных уравнений?
- 10) Укажите, какие из трех матриц обладают свойством диагонального

преобладания: $A = \begin{bmatrix} 0 & 5 & 6 \\ 2 & 7 & -4 \\ 1 & 2 & 5 \end{bmatrix}$ $B = \begin{bmatrix} 2 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 3 & 5 & -9 \end{bmatrix}$ $C = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 0 \\ 2 & 5 & 2 \\ 3 & -4 & 8 \end{bmatrix}$.

- 11) Какие методы решения систем линейных уравнений называются прямыми? Перечислите некоторые из них.
- 12) Какие характерные особенности имеет задача решения одного нелинейного уравнения?
- 13) Почему многочлен Чебышева называется наименее уклоняющимся от нуля?
- 14) Как использовать правило Рунге для получения уточненного значения производной?
- 15) Найти решение разностного уравнения $y_{n+1} = y_n + n + 2$, удовлетворяющее условию $y_0 = 1$.
- 16) Какую значащую цифру числа называют верной?
- 17) Каким соотношениям удовлетворяют собственные значения и собственные векторы матрицы A ?
- 18) Приведите квадратурную формулу метода трапеций для вычисления определенного интеграла.
- 19) Как получить уточнение по методу Рунге при использовании метода Симпсона для вычисления определенного интеграла?

- 20) Задана матрица $A = \begin{bmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$. Найти обратную матрицу A^{-1} .
- 21) Как вычислить абсолютную погрешность при делении двух чисел, если их абсолютные погрешности известны?
- 22) От чего зависит скорость сходимости степенного метода нахождения максимального собственного значения матрицы A ?
- 23) В каких случаях необходима аппроксимация функции?
- 24) Какая разностная схема для решения задачи Коши $y' = f(x, y)$, $y(x_0) = y_0$ называется явной?
- 25) Функция задана таблично

x	0	0,2	0,4
y	1	1,4	1,9

Найти производную $y'(0)$ в точке $x = 0$, используя правые разности, погрешность которых равна $O(h)$, и метод Рунге.

- 26) Что означает режим работы компьютера с плавающей точкой?
- 27) Как численным методом найти определитель матрицы A ?
- 28) В чем отличие ошибок, получаемых при среднеквадратичном и чебышевском равномерном приближении?
- 29) Разностная схема аппроксимирует дифференциальное уравнение и дополнительные условия. Что это означает?

- 30) Задана линейная система: $\begin{cases} 2x_1 + 2x_2 = 4 \\ 3x_1 + 5x_2 = 2 \end{cases}$. Записать ее в виде, удобном для итерации, и сделать один шаг методом простой итерации, положив $x_1^{(0)} = x_2^{(0)} = 0$.

- 31) Какая задача называется корректно поставленной?
- 32) Какой итерационный процесс называется монотонно сходящимся?
- 33) Приведите составную квадратурную формулу метода Симпсона для вычисления определенного интеграла.
- 34) Что называется общим решением разностного уравнения порядка m ?

- 35) Найдите LU-разложение для матрицы $A: A = \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$.

- 36) В чем заключается метод Зейделя для решения систем линейных уравнений? Приведите его формулы.
- 37) Как оценить погрешность приближенного решения x_k для нахождения корня нелинейного уравнения $F(x) = 0$, если известно минимальное значение производной $F'(x)$ на отрезке $[a, b]$?
- 38) Что называется тригонометрическим многочленом?
- 39) Какая задача для уравнений в частных производных называется корректно поставленной?
- 40) Сделайте один шаг методом половинного деления для нахождения корня уравнения $x^2 - x - 1 = 0$ на интервале $[-1, 0]$.

- 41) Какая матрица называется ленточной? Приведите пример.
- 42) Как найти матрицу A^{-1} , обратную к матрице A численным методом?
- 43) Какая аппроксимация называется непрерывной?
- 44) Что называется задачей Коши для обыкновенного дифференциального уравнения? Приведите пример.
- 45) Будет ли сходиться итерационный метод решения уравнения $x = 0,5 \cos x + 0,2$ при $x_0 = 0$ для корня, находящегося на интервале $[0,1]$?
- 46) Перечислите последовательность действий при применении метода итераций для систем линейных уравнений?
- 47) Какая существует связь между собственными значениями матрицы A и обратной ей матрицы A^{-1} ?
- 48) Что называется аппроксимацией функций?
- 49) Приведите примеры разностных уравнений первого и второго порядка, в которые входят сеточные функции.

50) Задана система линейных уравнений $A\bar{x} = \bar{b}$, где $\bar{b} = \{3, 2\}$, а матрица A задана своим LU-разложением: $A = LU = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1/2 & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 0 & 1/2 \end{bmatrix}$. Найти решение системы $\bar{x} = \{x_1, x_2\}$.

- 51) Сформулируйте достаточные условия сходимости методов простой итерации и Зейделя.
- 52) Какой порядок сходимости имеет метод простой итерации? Приведите соответствующее неравенство.
- 53) В чем заключается критерий близости двух функций $f(x)$ и $\phi(x)$ при среднеквадратичном приближении?
- 54) Напишите явную разностную схему для уравнения теплопроводности и опишите ее свойства.
- 55) Задана табличная функция

x	0	0,2	0,4
y	1	1,4	2,3

С

помощью квадратичной интерполяции найти $y(0,15)$.

- 56) В чем заключается итерационный метод решения систем линейных уравнений?
- 57) Что называется областью притяжения корня для итерационного метода решения нелинейного уравнения?
- 58) Приведите составную квадратурную формулу метода трапеций для вычисления определенного интеграла.
- 59) Какие задачи для уравнений в частных производных называются стационарными, а какие – нестационарными? Какие дополнительные условия надо для них задать?

60) Будет ли сходиться метод Зейделя для системы

$$\begin{cases} x_1 = (2 - 0,2x_2 - 0,5x_3) \\ x_2 = (7 + 0,5x_1 + 0,5x_3) \\ x_3 = (3 + 0,6x_1 + 0,1x_2) \end{cases} ?$$

61) Что называется математической моделью?

62) Каков геометрический смысл собственных векторов и собственных значений?

63) Приведите общий вид интерполяционного многочлена Лагранжа.

64) Как решаются однородные разностные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами?

65) Проверить сходимость метода Ньютона для уравнения $\sin x + x - 0,1 = 0$, если $x_0 = 0,01$.

66) Какая система линейных уравнений называется плохо обусловленной?

67) Приведите геометрическую интерпретацию метода Ньютона для решения нелинейного уравнения $F(x) = 0$.

68) Какую погрешность имеют квадратурные формулы метода прямоугольников при вычислении определенного интеграла?

69) Что называется краевой задачей для обыкновенного дифференциального уравнения? Приведите пример.

70) Как отделить корни уравнения $e^x + x = 0$?

71) Как вычислить абсолютную погрешность разницы чисел $X - Y$, если их абсолютные погрешности $\Delta(X)$ и $\Delta(Y)$ известны?

72) Приведите какое-либо достаточное условие сходимости метода простой итерации для решения системы нелинейных уравнений.

73) Что называется составной квадратурной формулой?

74) Что называют адаптивными алгоритмами при решении задачи численного интегрирования?

75) Для задачи Коши $y' = x + y$, $y(0) = 1$ посчитать один шаг модифицированным методом Эйлера с шагом $h=0,2$.

Зав. кафедрой

76) Какая матрица называется верхней треугольной матрицей? Приведите пример.

77) Приведите условия Фурье для функции $F(x)$ при решении нелинейного уравнения $F(x) = 0$. Где они используются?

78) Чему равна погрешность интерполяционного многочлена Лагранжа?

79) Какой разностный метод решения задачи Коши называется многошаговым?

80) Подынтегральная функция $y = f(x)$ задана таблицей

x	0	0,1	0,2
y	2	2,4	2,9

$$\int_0^{0,2} f(x) dx$$

Взяв $h = 0,2$, вычислить методом прямоугольников

- 81) Что называется расширенной матрицей системы линейных уравнений?
- 82) Какими являются собственные значения симметричной матрицы?
- 83) Как определяются вторые разности таблично заданной функции с постоянным шагом аргумента?
- 84) Что называется разностной схемой для решения обыкновенного дифференциального уравнения?
- 85) Для задачи Коши $y' = x^2 + y$, $y(0) = 1$ найти два шага решения с шагом $h=0,1$ методом Эйлера.
- 86) В чем заключается геометрический смысл умножения матрицы на вектор?
- 87) Какой итерационный процесс называется колеблющимся для нахождения корня нелинейного уравнения? В чем его достоинство?
- 88) Напишите квадратурную формулу метода прямоугольников для вычисления определенного интеграла.
- 89) Что включает в себя полная постановка задачи для уравнений в частных производных?
- 90) Найти общее решение однородного разностного уравнения

$$y_{n+2} - 5y_{n+1} + 6y_n = 0.$$

- 91) Что называется погрешностью численного метода?
- 92) Какая матрица называется обратной к матрице A ?
- 93) В чем заключается явление Рунге при многочленной интерполяции с равномерно расположенными узлами?
- 94) Приведите конечно-разностное выражение для второй производной, использующее центральную разность.
- 95) Задано разностное уравнение $ay_n + by_{n+1} = f_n$, определенное на всей числовой оси и удовлетворяющее условию $y_m = c$. Как найти решение этого уравнения?

Зав. кафедрой

- 96) Что означает понятие устойчивого вычислительного алгоритма?
- 97) Какие условия сходимости метода Ньютона для решения нелинейного уравнения $f(x)$ являются достаточными?
- 98) Напишите составную квадратурную формулу метода прямоугольников для вычисления определенного интеграла.
- 99) Какая разностная схема называется устойчивой?

- 100) Задана линейная система:
$$\begin{cases} x_1 + 5x_2 = 1 \\ 2x_1 + x_2 = 2 \end{cases}$$
. Записать ее в виде, удобном для итерации, и сделать один шаг методом Зейделя, положив $x_1^{(0)} = x_2^{(0)} = 0$.

- 101) Как вычислить относительную погрешность произведения двух чисел, если относительные погрешности каждого числа известны?
- 102) Как степенным методом определить наименьшее собственное значение матрицы A ?
- 103) Как вычисляются многочлены Чебышева с помощью рекуррентных соотношений?

104) Приведите конечно-разностные выражения для первой производной.

105) Подынтегральная функция $y = f(x)$ задана таблицей

x	0,3	0,6	0,9
y	1,5	2,1	2,8

Взяв $h = 0,3$, вычислить интеграл $\int_{0,3}^{0,9} f(x)dx$ на отрезке $[0,3; 0,9]$ методом Симпсона.

106) Как вычислить относительную погрешность разности двух чисел, если относительные погрешности каждого числа известны?

107) Что называется порядком сходимости итерационного метода решения одного нелинейного уравнения?

108) Что называется наилучшим равномерным приближением функции $f(x)$ на отрезке $[a, b]$?

109) Приведите конечно-разностное выражение для первой производной в граничной точке со вторым порядком точности.

110) Найти определитель матрицы $A = \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$ методом Гаусса.

111) Что называется абсолютной погрешностью переменной X ?

112) Сформулируйте достаточные условия сходимости метода секущих для решения нелинейного уравнения $F(x) = 0$.

113) Что называется численным интегрированием при вычислении определенного интеграла?

114) Как определить фундаментальную систему решений однородного разностного уравнения с постоянными коэффициентами?

115) Найти общее решение однородного разностного уравнения $y_{n+2} - 2y_{n+1} + 2y_n = 0$.

116) Какая система линейных уравнений называется хорошо обусловленной?

117) В чем заключается метод Ньютона решения системы нелинейных уравнений?

118) В каких случаях для вычисления определенного интеграла приходится использовать формулы численного интегрирования?

119) Опишите метод Эйлера для решения задачи Коши $y' = f(x, y)$, $y(x_0) = y_0$.

120) Дана система уравнений и ее приближенное решение:

$$\begin{cases} 4x_1 + x_2 = 5 \\ x_1 - x_2 = 0 \end{cases} \quad x_1 \approx 0,9, x_2 \approx 1,1. \text{ Вычислите вектор невязки уравнения } \bar{r} = A\bar{x} - \bar{b}.$$

121) Как вычислить относительную погрешность при делении двух чисел, если относительные погрешности каждого числа известны?

122) Приведите неравенство, связывающее погрешности на двух последовательных итерациях метода Ньютона нахождения корня нелинейного уравнения. Каков порядок сходимости этого метода?

123) В чем заключается удобство многочленных приближений?

124) В чем заключается аппроксимация дифференциальной задачи разностной схемой?

125) Задана матрица $A = \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$. Найти обратную матрицу A^{-1} .

126) Какие преобразования системы линейных уравнений называются эквивалентными?

127) В чем заключается метод секущих для решения нелинейного уравнения $F(x)=0$?

128) Какая аппроксимация называется точечной?

129) Что понимается под термином численное дифференцирование?

130) Решите методом Гаусса систему линейных уравнений

$$\begin{cases} 5x_1 - x_2 = 9 \\ 2x_1 + x_2 = 5 \end{cases}$$

131) Что называется относительной погрешностью переменной X ?

132) При каких условиях сходится метод половинного деления для нахождения корня уравнения $F(x) = 0$?

133) Как определяются первые разности таблично заданной функции с постоянным шагом аргумента?

134) Приведите формулы метода Эйлера с пересчетом для решения задачи Коши $y' = f(x, y)$, $y(x_0) = y_0$.

135) Найти определитель матрицы $A = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 2 & 2 \end{bmatrix}$ методом Гаусса.

136) Какая матрица называется разреженной и воспроизводимой?

137) Перечислите достоинства и недостатки метода половинного деления для решения нелинейного уравнения $F(x) = 0$.

138) Что называется многочленным приближением (аппроксимацией)?

139) Приведите конечно-разностные формулы для частных производных

$\frac{\partial u}{\partial x}, \frac{\partial u}{\partial y}, \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}$ в произвольной точке (i, j) сетки с помощью центральных разностей.

140) Написать разностную схему для краевой задачи $y'' - 2y = x^2$, $y'(0) = 0$, $y(1) = 2$, $x \in [0, 1]$, взяв три интервала разбиения отрезка, $n = 3$, $h = 1/3$.

141) Что называется значащими цифрами числа?

142) Приведите расчетные формулы метода простой итерации для решения системы нелинейных уравнений.

143) Приведите квадратурную формулу метода Симпсона для вычисления определенного интеграла.

144) При каких условиях решение разностных уравнений сходится к решению уравнений с частными производными с соответствующими им дополнительными условиями?

145) Методом Гаусса решить систему линейных уравнений:

$$\begin{cases} x_1 + 4x_2 - x_3 = 5 \\ 2x_1 + x_2 + x_3 = 6 \\ x_1 - 4x_2 - x_3 = -3 \end{cases}$$

146) В чем заключается метод Гаусса решения систем линейных уравнений?

147) Приведите достаточные условия сходимости метода Ньютона для решения нелинейного уравнения $F(x) = 0$.

148) В чем заключается линейная интерполяция?

149) Что называется линейным разностным уравнением m -го порядка?

$$\begin{cases} x_1 + 4x_2 + 8x_3 = 2 \\ 2x_1 + x_2 + x_3 = 5 \\ 2x_1 + 5x_2 - x_3 = 7 \end{cases}$$

150) Задана система линейных уравнений: Привести систему к виду, удобному для итераций, так, чтобы метод Зейделя сходил.

151) Как вычислить относительную погрешность суммы двух чисел, если относительные погрешности каждого числа известны?

152) Приведите формулу метода Ньютона для нахождения корня нелинейного уравнения $F(x) = 0$.

153) В чем заключается квадратичная интерполяция?

154) Какой разностный метод решения задачи Коши называется неявным?

155) Найти решение разностного уравнения $y_{n+1} = e^{-x} y_n$.

156) Из каких этапов состоит решение задачи на ЭВМ?

157) Сформулируйте достаточное условие сходимости метода простой итерации.

158) Какую погрешность имеют квадратурные формулы метода Симпсона при вычислении определенного интеграла?

159) Что называют квадратурными формулами Ньютона – Котеса?

160) Задано нелинейное уравнение $F(x) = \sin x + x - 0,1 = 0$. Сделать один шаг методом Ньютона, взяв $x_0 = 0$.

161) Как вычислить абсолютную погрешность произведения двух чисел, если их абсолютные погрешности известны?

162) Какое условие сходимости метода простой итерации называют достаточным?

163) В чем заключается различие локальной и глобальной интерполяции?

164) В чем заключается метод сеток для решения уравнений в частных производных?

165) Дано нелинейное уравнение $\sin x + 3x - 0,3 = 0$, корень которого находится на интервале $[0,1]$. Как записать это уравнение в виде, удобном для итераций, чтобы метод итераций сходил?

166) Что называется погрешностью математической модели?

167) Что называется погрешностью приближенного значения x_k для корня x^* нелинейного уравнения?

- 168) В чем заключается различие степенных разложений Тейлора от степенных разложений Чебышева?
- 169) В чем заключается главная идея метода Гаусса для задачи численного интегрирования?
- 170) Найти общее решение однородного разностного уравнения

$$y_{n+2} - 8y_{n+1} + 16y_n = 0.$$
- 171) Какая задача называется устойчивой по исходным величинам?
- 172) Сформулируйте принцип сжатых отображений для функции одной переменной.
- 173) Что называется разностной схемой при численном решении обыкновенного дифференциального уравнения методом конечных разностей?
- 174) Дать определение первых и вторых конечных разностей для таблично заданной функции.
- 175) Написать разностную схему для краевой задачи

$$y'' - x^2 y = 1, \quad y(0) = 1, \quad y(1) = 0, \quad x \in [0,1],$$
 взяв четыре интервала разбиения отрезка, $n = 4, h = 1/4$.

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/>