

Государственное образовательное учреждение
"Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко"

Инженерно-технический институт

**Кафедра программного обеспечения вычислительной техники
и автоматизированных систем**

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой ПОВТ и АС



С.Г. Федорченко

«30» августа 2019 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине

МЕТОДЫ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Направление подготовки

2.09.04.04 Программная инженерия

Профиль подготовки

Разработка программно-информационных систем

Квалификация
выпускника:

магистр

Форма обучения:

очная, заочная

Год набора:

2019 г.

Разработал:



доцент А.В. Кирсанова

«30» августа 2019 г.

Тирасполь, 2019

Паспорт фонда оценочных средств по учебной дисциплине

- 1. В результате изучения дисциплины: Б1.О.03 «Методы вычислений» у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:**

Категория (группа) компетенций	Код и наименование	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
Обязательные профессиональные компетенции и индикаторы их достижения		
	ОПК-4 Способен применять на практике новые научные принципы и методы исследований	ИД-1 _{ОПК-4} Знать новые научные принципы и методы исследований
		ИД-2 _{ОПК-4} Уметь применять на практике новые научные принципы и методы исследований;
		ИД-3 _{УК-4} Иметь навыки применения новых научных принципов и методов исследования для решения профессиональных задач
	ОПК-6. Способен самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности	ИД-1 _{ОПК-6} Знает информационные технологии для использования в практической деятельности
		ИД-2 _{ОПК-6} Умеет самостоятельно приобретать новые знания и умения
		ИД-3 _{ОПК-6} Имеет навыки самостоятельно приобретать новые знания и умения в новых областях знаний

- 2. Программа оценивания контролируемой компетенции:**

Текущая аттестация	Контролируемые модули, разделы (темы) дисциплины их название	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
РУБЕЖНЫЙ КОНТРОЛЬ	<i>Раздел 1.</i> Прямые и итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений.	ОПК-4, ОПК-6	КР1, ЛБ1
	<i>Раздел 2.</i> Методы решения систем линейных алгебраических уравнений, использующие структуру и разреженность их матриц.	ОПК-4, ОПК-6	КР1, ЛБ2
	<i>Раздел 3.</i> Численные ме-	ОПК-4, ОПК-6	КР1,

	тоды вычисления собственных значений и векторов полиномиальных матриц.		ЛБ3
РУБЕЖНАЯ АТ-ТЕСТАЦИЯ	<i>Раздел 4. Методы обработки табличных данных, интерполирование и приближение функций.</i>	ОПК-4, ОПК-6	КР2, ЛБ4
	<i>Раздел 5. Численное интегрирование и дифференцирование.</i>	ОПК-4, ОПК-6	КР2, ЛБ5
	<i>Раздел 6. Методы решения нелинейных уравнений и систем уравнений.</i>	ОПК-4, ОПК-6	КР1, ЛБ6
	<i>Раздел 7. Методы решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений.</i>	ОПК-4, ОПК-6	КР2, ЛБ7
	<i>Раздел 8. Методы редукции систем линейных обыкновенных дифференциальных уравнений.</i>	ОПК-4, ОПК-6	КР2, ЛБ8
Промежуточная аттестация		ОПК-4, ОПК-6	Экзамен

3. Показатели и критерии оценивания компетенции по этапам формирования, описание шкал оценивания

Этапы оценивания компетенции	Показатели достижения заданного уровня освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		2	3	4	5
Первый этап	Знать ОПК-4	Не знает новые научные принципы и методы исследований	Знает новые научные принципы и методы исследований, однако допускает грубые ошибки	Знает новые научные принципы и методы исследований, однако допускает неточности	Знает новые научные принципы и методы исследований
Второй этап	Уметь ОПК-4	Не умеет применять на практике новые научные принципы и методы исследований;	Умеет применять на практике новые научные принципы и методы исследований, однако допускает грубые ошибки	Умеет применять на практике новые научные принципы и методы исследований, однако допускает неточности	Умеет применять на практике новые научные принципы и методы исследований;

Третий этап	Владеть ОПК-4	Не имеет навыки применения новых научных принципов и методов исследования для решения профессиональных задач	Имеет навыки применения новых научных принципов и методов исследования для решения профессиональных задач, однако допускает грубые ошибки	Имеет навыки применения новых научных принципов и методов исследования для решения профессиональных задач, однако допускает неточности	Имеет навыки применения новых научных принципов и методов исследования для решения профессиональных задач
Первый этап	Знать ОПК-6	Не знает информационные технологии для использования в практической деятельности	Знает информационные технологии для использования в практической деятельности, однако допускает грубые ошибки	Знает информационные технологии для использования в практической деятельности, однако допускает неточности	Знает информационные технологии для использования в практической деятельности
Второй этап	Уметь ОПК-6	Не умеет самостоятельно приобретать новые знания и умения	Умеет самостоятельно приобретать новые знания и умения, однако допускает грубые ошибки	Умеет самостоятельно приобретать новые знания и умения, однако допускает неточности	Умеет самостоятельно приобретать новые знания и умения
Третий этап	Владеть ОПК-6	Не имеет навыки самостоятельно приобретать новые знания и умения в новых областях знаний	Имеет навыки самостоятельно приобретать новые знания и умения в новых областях знаний, однако допускает грубые ошибки	Имеет навыки самостоятельно приобретать новые знания и умения в новых областях знаний, однако допускает неточности	Имеет навыки самостоятельно приобретать новые знания и умения в новых областях знаний

4. Шкала оценивания

Согласно Положению «О порядке организации аттестации в ИТИ ПГУ им. Т.Г. Шевченко, итоговая оценка представляет собой сумму баллов, полученных студентом по итогу освоения дисциплины (модуля):

Оценка в традиционной шкале	Оценка в 100-балльной шкале	Буквенные эквиваленты оценок в шкале ЗЕ (% успешно аттестованных)
5 (отлично)	88–100	А (отлично) – 88-100 баллов
4 (хорошо)	70–87	В (очень хорошо) – 80-87баллов
		С (хорошо) – 70-79 баллов
3 (удовлетворительно)	50–69	D(удовлетворительно) – 60-69 баллов
		E(посредственно) – 50-59 баллов

2 (неудовлетворительно)	0–49	Фх– неудовлетворительно, с возможной пересдачей – 21-49 баллов
		Ф– неудовлетворительно, с повторным изучением дисциплины – 0-20 баллов

Расшифровка уровня знаний, соответствующего полученным баллам, дается в таблице, указанной ниже

A	“Отлично” - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.
B	“Очень хорошо” - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному.
C	“Хорошо” - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.
D	“Удовлетворительно” - теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.
E	“Посредственно” - теоретическое содержание курса освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены, либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному.
FX	“Условно неудовлетворительно” - теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий.
F	“Безусловно неудовлетворительно” - теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к какому-либо значимому повышению качества выполнения учебных заданий.

5. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций при изучении учебной дисциплины в процессе освоения образовательной программы

5.1 Типовой вариант задания на контрольную работу 1.

1. Найти корень уравнения $\sin 2x - \ln x = 0$ на отрезке $[1,3; 1,5]$ с точностью до 10^{-3} .
2. Уточнить корень уравнения $\sin 2x - \ln x = 0$ на отрезке $[1,3; 1,5]$ методом касательных с точностью до $1 \cdot 10^{-4}$.

3. Решить систему линейных уравнений:

$$\begin{cases} 2,34x_1 - 4,21x_2 - 11,61x_3 = 14,41; \\ 8,04x_1 + 5,22x_2 + 0,27x_3 = -6,44; \\ 3,92x_1 - 7,99x_2 + 8,37x_3 = 55,56. \end{cases}$$

5.2 Типовой вариант задания на контрольную работу 2

Задание 1. По заданной таблице значений функции составить формулу интерполяционного многочлена Лагранжа. Построить его график и отметить на нем узловые точки.

x_0	x_1	x_2	x_3	y_0	y_1	y_2	y_3	x
-1	0	3	4	-3	5	2	-6	$3,8$

Задание 2. Построить кубический сплайн для функции $y=f(x)$, заданной таблицей:

x_i	-1	0	1	2
y_i	1/2	1	2	4

с дополнительным условием: $S''(-1) = S''(2) = 0$. Найти с помощью $S(x)$ значения функции при $x=0,3$. (Заметим, что в основу таблицы положена функция $y=2^x$).

5.3 Типовой вариант задания на лабораторную работу 1. «Решение алгебраических и трансцендентных уравнений приближенными методами (метод половинного деления): разработка алгоритма и программы для решения вычислительных задач, учитывая необходимую точность получаемого результата»

Задание 1. Отделите корни заданного уравнения, пользуясь графическим методом

Задание 2. По методу половинного деления вычислите один корень заданного уравнения с точностью 10^{-3} , написав программу на языке высокого уровня.

Сопоставьте и прокомментируйте полученные результаты.

Номер варианта	Уравнение	Пояснения
1	$(0,2x)^3 = \cos x$	-
2	$x - 10 \sin x = 0$	-
3	$2^{-x} = \sin x$	При $x < 10$
4	$2^x - 2 \cos x = 0$	При $x > -10$
5	$\lg(x+5) = \cos x$	При $x < 5$
6	$\sqrt{4x+7} = 3 \cos x$	-
7	$x \sin x - 1 = 0$	-
8	$8 \cos x - x = 6$	-
9	$\sin x - 0,2x = 0$	-
10	$10 \cos x - 0,1x^2 = 0$	-

5.4. Типовой вариант задания на лабораторную работу 2. «Решение алгебраических и трансцендентных уравнений приближенными методами (метод хорд и касательных): разработка алгоритма и программы для решения вычислительных задач, учитывая необходимую точность получаемого результата»

Задание 1. Отделите корни заданного уравнения, пользуясь графическим методом. (см. практическое занятие №2)

Задание 2. По методу хорд вычислите один корень заданного уравнения с точностью 10^{-3} написав программу на языке высокого уровня.

Задание 3. По методу касательных вычислите один корень заданного уравнения с точностью 10^{-3} написав программу на языке высокого уровня.

Сопоставьте и прокомментируйте полученные результаты.

Номер варианта	Уравнение	Пояснения
1	$(0,2x)^3 = \cos x$	-
2	$x - 10 \sin x = 0$	-
3	$2^{-x} = \sin x$	При $x < 10$
4	$2^x - 2 \cos x = 0$	При $x > -10$
5	$\lg(x + 5) = \cos x$	При $x < 5$
6	$\sqrt{4x + 7} = 3 \cos x$	-
7	$x \sin x - 1 = 0$	-
8	$8 \cos x - x = 6$	-
9	$\sin x - 0,2x = 0$	-
10	$10 \cos x - 0,1x^2 = 0$	-

5.5. Типовой вариант задания на лабораторную работу 3. «Решение систем линейных алгебраических уравнений методом Гаусса: разработка алгоритма и программы для решения вычислительных задач, учитывая необходимую точность получаемого результата»

Задание 1

Дана система трех линейных уравнений с тремя неизвестными:

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 = b_1; \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 = b_2; \\ a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 = b_3. \end{cases}$$

Решить систему методом Гаусса с помощью программы для ЭВМ.

Задание 2

Решите систему, используя одно из инструментальных средств (MS Excel). Сопоставьте найденное решение с решениями, полученными при выполнении задания 1.

Номер варианта	i	a_{i1}	a_{i2}	a_{i3}	b_i
----------------	-----	----------	----------	----------	-------

1	1	0,21	-0,45	-0,20	1,91
	2	0,30	0,25	0,43	0,32
	3	0,60	-0,35	-0,25	1,83
2	1	-3	0,5	0,5	-56,5
	2	0,5	-6,0	0,5	-100
	3	0,5	0,5	-3	-210
3	1	0,45	-0,94	-0,15	-0,15
	2	-0,01	0,34	0,06	0,31
	3	-0,35	0,05	0,63	0,37
4	1	0,63	0,05	0,15	0,34
	2	0,15	0,10	0,71	0,42
	3	0,03	0,34	0,10	0,32
5	1	-0,20	1,60	-0,10	0,30
	2	-0,30	0,10	-1,50	0,40
	3	1,20	-0,20	0,30	-0,60
6	1	0,30	1,20	-0,20	-0,60
	2	-0,10	-0,20	1,60	0,30
	3	0,05	0,34	0,10	0,32
7	1	0,20	0,44	0,81	0,74
	2	0,58	-0,29	0,05	0,02
	3	0,05	0,34	0,10	0,32
8	1	6,36	11,75	10	-41,40
	2	7,42	19,03	11,75	-49,49
	3	5,77	7,48	6,36	-27,67
9	1	-9,11	1,02	-0,73	-1,25
	2	7,61	6,25	-2,32	2,33
	3	-4,64	1,13	-8,88	-3,75
10	1	-9,11	-1,06	-0,67	-1,56
	2	7,61	6,35	-2,42	2,33
	3	-4,64	1,23	-8,88	-3,57

5.6. Типовой вариант задания на лабораторную работу 4. «Составление интерполяционных формул Лагранжа и Ньютона: разработка алгоритма и программы для решения вычислительных задач, учитывая необходимую точность получаемого результата»

Задание 1. По заданной таблице значений функции

x	x_0	x_1	x_2	x_3
y	y_0	y_1	y_2	y_3

составить формулу интерполяционного многочлена Лагранжа. Построить его график (можно в Excel) и отметить на нем узловые точки.

Задание 2. Вычислить с помощью калькулятора одно значение заданной функции для промежуточного значения аргумента с помощью интерполяционного многочлена Лагранжа и оценить погрешность интерполяции.

Задание 3. Составить программу вычисления значения функции в точке, используя интерполяционный многочлен Лагранжа.

Задание 4. Сравнить результаты заданий 2 и 3.

Вариант	x_0	x_1	x_2	x_3	y_0	y_1	y_2	y_3	x
1	-1	0	3	4	-3	5	2	-6	3,8
2	2	3	5	6	4	1	7	2	3,5
3	0	2	3	5	-1	-4	2	-8	0,5
4	7	9	13	$\begin{smallmatrix} 1 \\ 5 \end{smallmatrix}$	2	-2	3	-4	4,8
5	-3	-1	3	5	7	-1	4	-6	4,1
6	1	2	4	7	-3	-7	2	8	3,9
7	-1	-1	2	4	4	9	1	6	3,3
8	2	4	5	7	9	-3	6	-2	4,0
9	-4	-2	0	3	2	8	5	$\begin{smallmatrix} 1 \\ 0 \end{smallmatrix}$	2,9
10	-1	$\begin{smallmatrix} 1, \\ 5 \end{smallmatrix}$	3	5	4	-7	1	-8	5,3

5.7. Типовой вариант задания на лабораторную работу 5. «Интерполирование сплайнами: разработка алгоритма и программы для решения вычислительных задач, учитывающая необходимую точность получаемого результата»

Задание 1. По заданной таблице значений функции

x	x_0	x_1	x_2	x_3
y	y_0	y_1	y_2	y_3

вычислить коэффициенты и составить формулы кубического сплайна.

Задание 2. Результат интерполирования проверить путем вычисления значений сплайна в узловых точках.

Задание 3. Составить программу вычисления значения функции в точке, используя интерполяцию сплайнами.

Задание 4. Сравнить результаты заданий 1 и 5.

Вариант	x_0	x_1	x_2	x_3	y_0	y_1	y_2	y_3	x
1	-1	0	1	2	-3	5	2	-6	3,8
2	2	3	4	5	4	1	7	2	3,5
3	0	2	4	6	-1	-4	2	-8	0,5
4	7	9	11	$\begin{smallmatrix} 1 \\ 3 \end{smallmatrix}$	2	-2	3	-4	4,8
5	-3	-1	1	3	7	-1	4	-6	4,1
6	1	2	3	4	-3	-7	2	8	3,9
7	-1	1	3	5	4	9	1	6	3,3
8	2	4	6	7	9	-3	6	-2	4,0
9	-4	-2	0	2	2	8	5	$\begin{smallmatrix} 1 \\ 0 \end{smallmatrix}$	2,9
10	-1	0	1	2	4	-7	1	-8	5,3

5.8. Типовой вариант задания на лабораторную работу 6. «Вычисление интегралов при помощи формул Ньютона-Котеса: разработка алгоритма и программы для решения вычислительных задач, учитывая необходимую точность получаемого результата»

Задание 1.

Вычислить интеграл от заданной функции $f(x)$ на отрезке $[a;b]$ при делении отрезка на 10 равных частей тремя способами:

- 1) по формуле прямоугольников;
 - 2) по формуле трапеций;
 - 3) по формуле Симпсона;
- Сравнить точность полученных результатов.

Задание 2.

С помощью программ на компьютере вычислить значение интеграла заданной функции на отрезке $[a;b]$:

- 1) по формуле прямоугольников;
- 2) по формуле трапеций;
- 3) по формуле Симпсона.

Задание 3.

Вычислить интеграл вручную по формуле Ньютона-Лейбница

Сравнить полученные результаты с результатами, полученными при выполнении задания 1 и 2.

Вариант	$f(x)$	a	b
1	$0,5 + x \lg x$	1	2
2	$(x+1,9) \sin(x/3)$	1	2
3	$\frac{1}{x} \ln(x+2)$	2	3
4	$(2x+0,6) \cos(x/2)$	1	2
5	$2,6x^2 \ln x$	1.2	2.2
6	$(x^2+1) \sin(x-0,5)$	0.5	1.5
7	$x^2 \cos(x/4)$	2	3
8	$\frac{\sin(0,2x-3)}{x^2+1}$	3	4
9	$3x + \ln x$	1	2
10	$4xe^{x^2}$	-1	0

5.9. Типовой вариант задания на лабораторную работу 7. «Вычисление интегралов при помощи формул Гаусса: разработка алгоритма и программы для решения вычислительных задач, учитывая необходимую точность получаемого результата»

Задание 1.

Вычислить интеграл по формуле Гаусса от заданной функции $f(x)$ на отрезке $[a;b]$ при делении отрезка на 10 равных частей. Вычисления провести в Excel.

Задание 2.

Сравнить полученный результат с результатами, полученными на практическом занятии №8.

Результаты оформить в таблицу:

Метод интегрирования	Значение интеграла
Метод прямоугольников	
Метод трапеций	
Метод парабол	
Метод Гаусса	

Задание 3.

Сделать вывод о точности методов.

Вариант	$f(x)$	a	b
1	$0,5 + x \lg x$	1	2
2	$(x + 1,9) \sin(x/3)$	1	2
3	$\frac{1}{x} \ln(x + 2)$	2	3
4	$(2x + 0,6) \cos(x/2)$	1	2
5	$2,6x^2 \ln x$	1.2	2.2
6	$(x^2 + 1) \sin(x - 0,5)$	0.5	1.5
7	$x^2 \cos(x/4)$	2	3
8	$\frac{\sin(0,2x - 3)}{x^2 + 1}$	3	4
9	$3x + \ln x$	1	2
10	$4xe^{x^2}$	-1	0

5.10. Типовой вариант задания на лабораторную работу 8. «Нахождение решений обыкновенных дифференциальных уравнений с использованием методов Эйлера: разработка алгоритма и программы для решения вычислительных задач, учитывая необходимую точность получаемого результата»

Задание 1.

Решить задачу Коши для дифференциального уравнения $y' = f(x, y)$ на отрезке $[a; b]$ при заданном начальном условии $y(a) = y_0$ и шаге интегрирования h методом Эйлера:

а) с применением «ручных» вычислений с шагом $2h$.

б) с помощью программы для компьютера с шагом h .

в) Свести результаты вычислений в одну таблицу и сопоставить точность полученных значений функции. Пользуясь таблицей, сделать ручную прикидку графика интегральной кривой на бумаге.

Задание 2

Решить задачу Коши для дифференциального уравнения $y'=f(x,y)$ на отрезке $[a;b]$ при заданном начальном условии $y(a)=y_0$ методом Рунге-Кутты с помощью программы для компьютера с шагом h и с шагом $h/2$.

На основе результатов двойного счета сделать вывод о точности полученного решения.

Задание 3

Найти точное решение задачи Коши.

Ва- риант	$f(x)$	a	b	y_0	h
1	$(x^2 + y^2) - 2xyy' = 0$	3	5	1	0.2
2	$y' = \frac{y}{x} - 1$	2.6	4.6	1	0.2
3	$yy' + (x - 2y) = 0$	0	2	0	0.2
4	$(x - y)y - x^2y' = 0$	1	3	1	0.2
5	$xy' - y = y^3$	0	2	0	0.2
6	$xyy' = 1 - x^2$	1	3	1	0.2
7	$yy' + x = 1$	0.5	2.5	0	0.2
8	$y - xy' = 1 + x^2y'$	0.2	2.2	1	0.2
9	$xy + (x + 1)y' = 0$	1	3	2	0.2
10	$2x^2yy' + y^2 = 2$	3	5	1	0.2

5.11 Вопросы к экзамену

1. Основы теории погрешностей. Источники и классификация погрешности. Погрешности основных арифметических операций. Погрешности элементарных функций.

2. Основы теории погрешностей. Прямая задача теории погрешностей и способы ее решения. Обратная задача теории погрешностей и ее решение.

3. Численные методы линейной алгебры. Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений: схемы Гаусса, метод прогонки, метод Крамера.

4. Численные методы линейной алгебры. Применение метода Гаусса к вычислению определителей и обращению матриц.

5. Численные методы линейной алгебры. Итерационные методы решения СЛАУ и обращения матриц: метод простых итераций, метод Зейделя. Сходимость итерационных методов.

6. Численные методы решения нелинейных уравнений и систем. Отделение корней, основные методы отделения корней. Уточнение корней.

7. Численные методы решения нелинейных уравнений и систем. Метод хорд, дихотомии. Метод касательных. Комбинированный метод.

8. Численные методы решения нелинейных уравнений и систем. Модифицированный метод Ньютона. Метод итераций.

9. *Численные методы решения нелинейных уравнений и систем.* Геометрическая интерпретация методов. Оценка точности методов.

10. *Численные методы решения нелинейных уравнений и систем.* Решение систем нелинейных уравнений: методы Ньютона и итераций. Точность и сходимость решения.

11. *Численные методы приближения и аппроксимации функций.* Методы приближения и аппроксимации функций. Общая задача и алгоритмы приближения.

12. *Численные методы приближения и аппроксимации функций.* Метод наименьших квадратов. Линейная, квадратичная аппроксимация.

13. *Интерполяция функций.* Интерполирование каноническим многочленом Лангранжа.

14. *Интерполяция функций.* Интерполяционные формулы Ньютона. Интерполяция сплайнами.

15. *Численное интегрирование и дифференцирование функций.* Задача численного интегрирования. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса.

16. *Численное интегрирование и дифференцирование функций.* Методы прямоугольников, трапеции, Симпсона.

17. *Численное интегрирование и дифференцирование функций.* Оценка точности численного интегрирования. Выбор оптимального шага при численном интегрировании.

18. *Численное интегрирование и дифференцирование функций.* Задача численного дифференцирования и её решение. Формулы численного дифференцирования.

19. *Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.* Приближенное решение обыкновенных дифференциальных уравнений.

20. *Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.* Задача Коши. Метод Эйлера.