



Министерство образования и науки Российской Федерации
филиал федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования «Кубанский государственный университет»
в г. Славянске-на-Кубани

Факультет математики, информатики и технологии
Кафедра математики, информатики и методики их преподавания



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по работе с филиалами

Евдокимов А.А.

подпись

«31» 08 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Б1.В.16 ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ

Направление подготовки:	44.03.05. Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)
Направленность (профиль):	математика, информатика
Программа подготовки:	академический бакалавриат
Форма обучения:	очная
Квалификация (степень) выпускника:	бакалавр

Краснодар 2017

Рабочая программа дисциплины «Численные методы» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), утверждённого приказом Министерства образования и науки РФ от 9 февраля 2016 г. № 91, зарегистрирован в Министерстве юстиции Российской Федерации 02.03.2016 г. (регистрационный № 41305).

Программу составил:

Н. П. Пушечкин,
доцент кафедры математики, информатики
и методики их преподавания, кандидат
физико-математических наук



Рабочая программа дисциплины «Численные методы» утверждена на заседании кафедры математики, информатики и методики их преподавания, протокол № 1 от 29 августа 2017 г.

Заведующий кафедрой математики, информатики
и методики их преподавания Шишкин А. Б.



Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета филиала, протокол № 1 от 31 августа 2017 г.

Председатель УМС филиала Письменный Р.Г.



Рецензенты:

Директор МБОУ СОШ № 3 им. полковника
А. В. Суворова, г. Славянск-на-Кубани, Кириллова Т. Я.



Начальник управления образования администрации
муниципального образования Брюховецкий
район, кандидат биологических наук, Бурхан О.П.



Содержание

1 Цели и задачи изучения дисциплины.....	4
1.1 Цель освоения дисциплины.....	4
1.2 Задачи дисциплины.....	4
1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	5
2 Структура и содержание дисциплины.....	6
2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.....	6
2.2 Структура дисциплины.....	6
2.3 Содержание разделов дисциплины.....	7
2.3.1 Занятия лекционного типа.....	7
2.3.2 Занятия семинарского типа.....	8
2.3.3 Лабораторные занятия.....	9
2.3.4 Примерная тематика курсовых работ.....	11
2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	11
3 Образовательные технологии.....	12
3.1 Образовательные технологии при проведении лекций.....	12
3.2 Образовательные технологии при проведении практических занятий.....	13
3.3 Образовательные технологии при проведении лабораторных занятий.....	14
4 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.....	15
4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.....	15
4.1.1 Рейтинговая система оценки текущей успеваемости студентов	15
4.1.2 Примерные тестовые задания для текущей аттестации.....	15
4.1.3 Примерные задания для практической работы студентов.....	24
4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	25
4.2.1 Вопросы для проведения устного опроса на зачете.....	25
4.2.2 Критерии оценки по промежуточной аттестации (зачет).....	26
5 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	27
5.1 Основная литература.....	27
5.2 Дополнительная литература.....	27
5.3 Периодические издания	28
6 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.....	28
7 Методические указания для студентов по освоению дисциплины.....	29
7.2 Методические указания к лекционным занятиям.....	29
7.2 Методические указания к практическим и лабораторным занятиям.....	29
7.3 Методические указания к самостоятельной работе.....	30
8 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	30
8.1 Перечень информационных технологий.....	30
8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.....	30
8.3 Перечень информационных справочных систем.....	31
9 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	31

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Численные методы» является:

- формирование систематических знаний о современных методах прикладной информатики, её месте и роли в системе наук;
- расширение и углубление понятий математики, информатики, численных методов;
- развитие абстрактного мышления, вычислительной, алгоритмической культур и общей математической и информационной культуры.

1.2 Задачи дисциплины

Изучение дисциплины «Численные методы» направлена на формирование у студентов следующих компетенций:

ОК-6 способностью к самоорганизации и самообразованию;

ПК-1 готовностью реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии с требованиями образовательных стандартов;

ПК-4 способность использовать возможности образовательной среды для достижения личностных, метапредметных и предметных результатов обучения и обеспечения качества учебно-воспитательного процесса средствами преподаваемых учебных предметов.

В соответствие с этим ставятся следующие задачи дисциплины:

– стимулирование формирования общекультурных компетенций бакалавра через развитие культуры мышления в аспекте применения на практике современных методов прикладной информатики и вычислительной математики;

– расширение систематизированных знаний в области информатики для обеспечения возможности использовать знание современных проблем науки и образования при решении образовательных и профессиональных задач;

– обеспечение условий для активизации познавательной деятельности студентов и формирование у них опыта использования численных методов в ходе решения практических задач и стимулирование исследовательской деятельности студентов в процессе освоения дисциплины.

1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Численные методы» относится к вариативной части профессионального цикла. Она изучается после дисциплин «Дискретная математика», «Математическая логика», «Программирование». Для ее освоения студенты также используют знания, умения, навыки, сформированные в ходе изучения основных математических курсов: «Математический анализ» «Алгебра», «Геометрия».

Освоение данной дисциплины является основой для последующего изучения учебных дисциплин: «Практикум по решению задач на ЭВМ», «Информационные системы», «Компьютерное моделирование», прохождения педагогической практики, а также курсов по выбору студентов, содержание которых связано с готовностью студента углубить свои знания в области современной информатики.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у студентов следующих компетенций:

ОК-6 способностью к самоорганизации и самообразованию;

ПК-1 готовностью реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии с требованиями образовательных стандартов;

ПК-4 способность использовать возможности образовательной среды для достижения личностных, метапредметных и предметных результатов обучения и обеспечения качества учебно-воспитательного процесса средствами преподаваемых учебных предметов.

№	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОК-6	– способность к самоорганизации и самообразованию	основные понятия и теоретические основания численных методов.	правильно формулировать и решать задачи средствами численных методов., использовать численных методы. для решения задач самоорганизации и самообразования.	Численными методами для решения задач самоорганизации и самообразования.
2.	ПК-1	– готовность реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии с требованиями образовательных стандартов	Методы и алгоритмы численных методов.	Использовать теорию и алгоритмы численных методов при реализации образовательных программ по информатике.	Методами теории численных методов, при реализации образовательных программ по информатике.
3.	ПК-4	– способность использовать возможности образовательной среды для достижения личностных, метапредметных и предметных результатов обучения и обеспечения качества учебно-воспитательного процесса средствами преподаваемых учебных предметов	Основные методы и алгоритмы численных методов.	– использовать полученные знания для постановки и решения исследовательских задач, проводить исследования, связанные с основными понятиями и тематикой курса.	Навыками использования численных методов связанными с решением исследовательских задач в области образования.

2 Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачётных ед. (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры
			5
Контактная работа (всего)		54,2	54,2
В том числе:			
Занятия лекционного типа		20	20
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		10	10
Лабораторные занятия		20	20
Контроль самостоятельной работы		4	4
Иная контактная работа		0,2	0,2
Самостоятельная работа (всего)		53,8	53,8
В том числе:			
Курсовая работа		-	-
Проработка учебного (теоретического) материала		18	18
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций) и домашних заданий		18	18
Реферат		-	-
Подготовка к текущему контролю		17	17
Контроль (промежуточная аттестация) зачет		0,8	0,8
Общая трудоемкость	час.	108	108
	зачетных ед.	3	3

2.2 Структура дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоёмкости по разделам дисциплины.

№	Наименование разделов	Всего	Количество часов				
			Аудиторная работа				Внеаудиторная работа
			ЛК	ПЗ	ЛР	КСР	
1	Численные методы алгебры						
1.1	Основы теории погрешности	8	2	2	-	-	4
1.2	Численные методы решения уравнений	44	8	4	10	-	22
1.3	Контроль самостоятельной работы	2	-	-	-	2	
2	Численные методы матанализа						
2.1	Интерполяция и Аппроксимация	21	4	2	6	-	13
2.2	Численное дифференцирование и интегрирование	30	6	2	4	-	14
2.3	Контроль самостоятельной работы	2	-	-	-	2	
4	Подготовка к зачету	0,8	-	-	-	-	0,8
5	ИКР	0,2	-	-	-	-	-
Итого по дисциплине		108	20	10	20	4	53,8

Примечание: ЛК – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, КСР – контроль самостоятельной работы, СР – самостоятельная работа студента, ИКР – иная контактная работа.

2.3 Содержание разделов дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	Численные методы алгебры		
1.1	Основы теории погрешности	Лекция №1. Введение в курс. Понятие и свойства погрешностей. Неустраняемая и вычислительная погрешности. Абсолютная, относительная погрешности. Оценка погрешности. Прямая и обратная задачи теории погрешностей. Методы решения прямой задачи. Метод приближений. Методы решения обратной задачи (методы равных вкладов, равных погрешностей, метод оптимизации). Примеры приближенной оценки погрешности.	Т
1.2	Численные методы решения уравнений	Лекция №2. Численное решение уравнений. Определение существования корня на отрезке. Локализация (отделение корней). Уточнение корней. Конечные методы решения нелинейного уравнения. Метод дихотомии. Метод хорд. Сравнительная характеристика методов. Итерационные методы. Сходимость итерационного метода, принцип сжимающихся отображений. Метод простых итераций. Метод Ньютона. Лекция №3. Итерационный метод хорд. Метод Чебышева. Модифицированный метод Ньютона. Сравнительная характеристика методов. Численное решение системы нелинейных уравнений. Векторно-матричная форма записи систем нелинейных уравнений. Метод простых итераций. Метод Ньютона. Метод градиентного поиска. Сравнительная характеристика методов. Лекция №4. Численное решение систем линейных уравнений (СЛАУ). Векторно-матричная форма записи СЛАУ. Существование и единственность решения СЛАУ. Обусловленность СЛАУ. Конечные методы решения СЛАУ. Метод Гаусса. Прямой и обратный ход. Выбор главного элемента. Метод полного исключения Жордана. Вычисление определителя и обратной матрицы. Лекция №5. Метод Халецкого. Сравнительная характеристика методов. Итерационные методы решения СЛАУ. Сходимость итерационного метода. Метод простых итераций. Метод Зейделя. Метод невязки (координатной релаксации). Сравнительная характеристика методов.	Т
2	Численные методы математического анализа		
2.1	Интерполяция и аппроксимация	Лекция №6. Аппроксимация функций. Интерполяция и экстраполяция. Интерполяционные многочлены. Конечноразностные интерполяционные формулы. Полиномы Лагранжа и Ньютона. Погрешность интерполяции. Интерполяционные сплайны и тригонометрическая интерполяция. Дискретное и быстрое преобразование Фурье. Сравнительная характеристика методов. Лекция №7. Многочлены Чебышева и наилучшие равномерные приближения (НРП). Свойства многочленов Чебышева. Построение полинома НРП. Методы аппроксимации. Метод наименьших квадратов (МНК). Выбор базиса. Алгоритм метода. Использование МНК. Метод разложения в ряд. Сравнительная характеристика методов.	
2.2	Численное дифференцирование и интегрирование	Лекция №8. Проблема численного дифференцирования и интегрирования зависимостей. Численные формулы дифференцирования. Остаточные члены простейших формул и их оценка. Методы Рунге практической оценки погрешностей. Сравнительная	Т

	<p>характеристика методов. Задача численного интегрирования. Формула Ньютона-Котеса. Коэффициенты Котеса и их свойства.</p> <p>Лекция №9. Однократный и многократный методы. Квадратурные формулы прямоугольников, трапеций и Симпсона. Практическая оценка погрешности. Квадратурные формулы Чебышева и Гаусса. Сравнительная характеристика методов..</p> <p>Лекция №10. Дифференциальные уравнения. Задача Коши и краевая задача. Численное интегрирование дифференциальных уравнений. Решение задачи Коши. Одношаговые и многошаговые методы. Методы Рунге-Кутты: метод Эйлера, методы 2-го и 4-го порядка. Понятие о многошаговых методах Адамса, Башфорта и Милна.</p>	
--	--	--

Примечание: УП – устный (письменный) опрос, Т – тестирование, КР – контрольная работа, Э – эссе, К – коллоквиум; ПР – практическая работа.

2.3.2 Занятия семинарского типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	Численные методы алгебры		
1.1	Основы теории погрешности	<p>Практическое занятие №1. (2 часа)</p> <p>Тема Основы теории погрешностей.</p> <p style="text-align: center;">ПЛАН ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Проработать теоретическое введение по данной теме. 2. Решение прямой задачи теории погрешностей. 3. Решение прямой задачи с помощью последовательных приближений. 	ППР, ДЗ
1.2	Численные методы решения уравнений	<p>Практическое занятие №2. (2 часа)</p> <p>Тема Численное решение нелинейных уравнений.</p> <p style="text-align: center;">ПЛАН ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Проработать теоретическое введение по данной теме. 2. Отделение корней нелинейного уравнения. 3. Уточнение корня нелинейного уравнения методом дихотомии. 4. Построение итерационной формулы для уточнения корня и выбор начального приближения. 5. Уточнение корня нелинейного уравнения методом простой итерации и Ньютона. <p>Практическое занятие №3. (2 часа)</p> <p>Тема Численное решение СЛАУ.</p> <p style="text-align: center;">ПЛАН ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Проработать теоретическое введение по данной теме. 2. Решение СЛАУ методом Гаусса. 3. Сходимость метода простой итерации. Оценка сходимости метода. 4. Решение СЛАУ методом простой итерации. 	ППР, ДЗ
2	Численные методы матанализа		
2.1	Интерполяция и Аппроксимация	<p>Практическое занятие №4. (2 часа)</p> <p>Тема Методы интерполяции зависимостей.</p> <p style="text-align: center;">ПЛАН ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Проработать теоретическое введение по данной теме. 2. Построение интерполяционного полинома Лагранжа. 3. Построение интерполяционного полинома Ньютона. 	ППР, ДЗ

		4. Уточнение корня нелинейного уравнения методом обратного интерполирования.	
2.2	Численное дифференцирование и интегрирование	<p>Практическое занятие №5. (2 часа)</p> <p>Тема Численное дифференцирование и интегрирование.</p> <p>ПЛАН ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Проработать теоретическое введение по данной теме. 2. Оценка погрешности формул численного дифференцирования и интегрирования методом Рунге. 3. Численное интегрирование функций однократным и многократным методом по формуле Ньютона-Котеса. 4. Анализ методов численного решения задачи Коши . 	

Примечание: ППР – письменная проверочная работа, Т – тестирование, ДЗ – домашнее задание.

2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1		Численные методы алгебры	
1.2	Численные методы решения уравнений	<p>Лабораторная работа №1. (5 часов)</p> <p>Тема Численные методы решения нелинейных уравнений.</p> <p>Задание: На лабораторных занятиях выполняется примерный вариант задания с помощью электронной таблицы (ЭТ). На самостоятельную работу планируется выполнение индивидуального варианта по образцу задания проделанного на занятиях. Выполнение работы разбивается на 5 этапов:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. В ЭТ реализуется графический метод отделения корней. 2. В ЭТ реализуется уточнение корней методом дихотомии. 3. В ЭТ реализуется уточнение корней итерационными методами простой итерации и Ньютона. 4. Вычисляются все отделенные корни с погрешностью не более 0,0001. 5. Выполнение самостоятельных заданий на расчет корней и оценку погрешности вычисления с использованием индивидуального варианта. <p>Лабораторная работа №2. (5 часов)</p> <p>Тема Численные методы систем линейных уравнений (СЛАУ).</p> <p>Задание: На лабораторных занятиях выполняется примерный вариант задания с помощью программирования проекта в среде Delphi и использовании электронной таблицы (ЭТ). На самостоятельную работу планируется выполнение индивидуального варианта по образцу задания проделанного на занятиях. Выполнение работы разбивается на 5 этапов:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. В среде Delphi реализуется методы Гаусса и Жордана решения СЛАУ, а так же вычисления определителя и обратной матрицы. 2. В ЭТ результаты расчета проверяются путем подстановки результата в исходную СЛАУ. 3. В ЭТ реализуется проверка вычисления определителя и обратной матрицы. Для этого реализуется с помощью функций ЭТ вычисление определителя и умножение обратной матрицы на исходную. 4. Вычисляются коэффициенты канонического интерполяционного полинома для использования в лабораторной работе №3. 5. Выполнение самостоятельных заданий на расчет коэффициентов канонического интерполяционного 	Защита работы

		полинома с использованием индивидуального варианта.	
2	Численные методы матанализа		
2.1	Интерполяция и Аппроксимация	<p>Лабораторная работа №3. (6 часов) Тема Интерполяция и Аппроксимация Приближение функций и аппроксимация Интерполяция и экстраполяция методами Ньютона, Лагранжа и методом наименьших квадратов. Вычисление погрешности аппроксимации. Сплайн-интерполяция.</p> <p>Задание: На лабораторных занятиях выполняется примерный вариант задания с помощью электронной таблицы (ЭТ). На самостоятельную работу планируется выполнение индивидуального варианта по образцу задания проделанного на занятиях. Выполнение работы разбивается на этапы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Используя ЭТ построить интерполяционные полиномы Лагранжа и Ньютона по заданным точкам (полином 4-го порядка). Повторить вычисления для полиномов 3-го порядка. 2. Построить графики погрешности интерполяционных полиномов 3 и 4 порядков и сравнить их. 3. Вычислить элементы матрицы СЛАУ канонического полинома с помощью ЭТ и затем с помощью проекта лабораторной работы №2 решить эту СЛАУ. 4. Построить график погрешности канонического интерполяционного полинома. 5. Выполнение самостоятельных заданий на расчет интерполяционных полиномов Лагранжа, Ньютона и канонического с использованием индивидуального варианта. 	Защита работы
2.2	Численное дифференцирование и интегрирование	<p>Лабораторная работа №4. (4 часа) Тема Численное дифференцирование и интегрирование Вычисление интегралов с помощью многократных методов прямоугольников, трапеций и Симпсона. Решение задачи Коши методом Рунге-Кутты.</p> <p>Задание: На лабораторных занятиях выполняется примерный вариант задания с помощью электронной таблицы (ЭТ). На самостоятельную работу планируется выполнение индивидуального варианта по образцу задания проделанного на занятиях. Выполнение работы разбивается на этапы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Используя ЭТ построить решение задачи Коши методом Эйлера и оценить погрешность и ее порядок с помощью формул Рунге. 2. Используя ЭТ построить решение задачи Коши уточненным методом Эйлера и оценить погрешность и ее порядок с помощью формул Рунге. 3. Используя ЭТ найти значение определенного интеграла с помощью многократных методов прямоугольников и трапеции. 4. Выполнение самостоятельных заданий на расчет решения задачи Коши и вычисления определенного интеграла с использованием индивидуального варианта. 	Защита работы

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ

Курсовые работы не предусмотрены учебным планом.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

№	Вид СР	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Подготовка к практическим	1. Бахвалов, Н.С. Численные методы. Решения задач и упражнения

	(семинарским) занятиям	<p>[Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.С. Бахвалов, А.А. Корнев, Е.В. Чижонков. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2016. — 355 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/90239.</p> <p>2. Бахвалов, Н.С. Численные методы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 639 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/70767</p> <p>3. Бахвалов, Н.С. Численные методы в задачах и упражнениях [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.С. Бахвалов, А.В. Лапин, Е.В. Чижонков. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 243 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/70743.</p> <p>4. Конспекты лекций (в электронном виде).</p>
2	Подготовка к выполнению домашних заданий	<p>1. Бахвалов, Н.С. Численные методы. Решения задач и упражнения [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.С. Бахвалов, А.А. Корнев, Е.В. Чижонков. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2016. — 355 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/90239.</p> <p>2. Бахвалов, Н.С. Численные методы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 639 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/70767</p> <p>3. Конспекты лекций (в электронном виде).</p>
3	Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ	<p>1. Бахвалов, Н.С. Численные методы. Решения задач и упражнения [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.С. Бахвалов, А.А. Корнев, Е.В. Чижонков. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2016. — 355 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/90239.</p> <p>2. Бахвалов, Н.С. Численные методы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 639 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/70767</p> <p>3. Конспекты лекций (в электронном виде).</p>
4	Подготовка к тестированию (текущей аттестации)	<p>1. Бахвалов, Н.С. Численные методы. Решения задач и упражнения [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.С. Бахвалов, А.А. Корнев, Е.В. Чижонков. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2016. — 355 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/90239.</p> <p>2. Бахвалов, Н.С. Численные методы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 639 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/70767</p> <p>3. Конспекты лекций (в электронном виде).</p> <p>4. Фонд оценочных средств, включающий банк тестовых заданий (в электронном виде) по дисциплине «Численные методы».</p>

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,

для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,

Данный перечень может быть дополнен и конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3 Образовательные технологии

С целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся, в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки, для реализация компетентностного подхода программа предусматривает широкое использование в учебном процессе следующих форм учебной работы:

- активные формы (лекция, вводная лекция, обзорная лекция, заключительная лекция, презентация);
- интерактивные формы (практическое занятие, семинар, компьютерная симуляция, коллоквиум);
- внеаудиторные формы (консультация, практикум, самостоятельная работа, подготовка реферата, написание курсовой работы);
- формы контроля знаний (групповой опрос, контрольная работа, практическая работа, тестирование, коллоквиум, зачёт, экзамен).

3.1 Образовательные технологии при проведении лекций

Лекция – одна из основных форм организации учебного процесса, представляющая собой устное, монологическое, систематическое, последовательное изложение преподавателем учебного материала. Она предшествует всем другим формам организации учебного процесса, позволяет оперативно актуализировать учебный материал дисциплины. Для повышения эффективности лекций целесообразно воспользоваться следующими рекомендациями:

- четко и ясно структурировать занятие;
- рационально дозировать материал в каждом из разделов;
- использовать простой, доступный язык, образную речь с примерами и сравнениями;
- отказаться, насколько это возможно, от иностранных слов;
- использовать наглядные пособия, схемы, таблицы, модели, графики и т. п.;
- применять риторические и уточняющие понимание материала вопросы;
- обращаться к техническим средствам обучения.

№	Тема	Виды применяемых образовательных технологий	Кол. час
1	Численные методы алгебры		
1.1	Основы теории погрешности	Аудиовизуальная технология, Репродуктивная технология, Использование средств мультимедиа	2
1.2	Численные методы решения уравнений	Аудиовизуальная технология, Репродуктивная технология, Лекции с проблемным изложением, Эвристическая беседа Использование средств мультимедиа	7+1*
2	Численные методы матанализа		
2.1	Интерполяция и Аппроксимация	Аудиовизуальная технология, Репродуктивная технология, Лекции с проблемным изложением, Эвристическая беседа, Использование средств мультимедиа	3+1*
2.2	Численное дифференцирование и интегрирование	Аудиовизуальная технология, Репродуктивная технология, Лекции с проблемным изложением, Эвристическая беседа, Использование средств мультимедиа	5+1*
Итого по курсу			20
в том числе интерактивное обучение*			3*

АВТ – аудиовизуальная технология (основная информационная технология обучения, осуществляемая с использованием носителей информации, предназначенных для восприятия человеком по двум каналам одновременно зрительному и слуховому при помощи соответствующих технических устройств, а также закономерностей, принципов и особенностей представления и восприятия аудиовизуальной информации);

РП – репродуктивная технология;

РМГ – работа в малых группах (в парах, ротационных тройках);

ЛПО – лекции с проблемным изложением (проблемное обучение);

ЭБ – эвристическая беседа;

СПО – семинары в форме дискуссий, дебатов (проблемное обучение);

ИСМ – использование средств мультимедиа (компьютерные классы);

ТПС – технология полноценного сотрудничества.

3.2 Образовательные технологии при проведении практических занятий

Практическое (семинарское) занятие – основная интерактивная форма организации учебного процесса, дополняющая теоретический курс или лекционную часть учебной дисциплины и призванная помочь обучающимся освоиться в «пространстве» дисциплины; самостоятельно оперировать теоретическими знаниями на конкретном учебном материале. Для практического занятия в качестве темы выбирается обычно такая учебная задача, которая предполагает не существенные эвристические и аналитические напряжения и продвижения, а потребность обучающегося «потрогать» материал, опознать в конкретном то общее, о чем говорилось в лекции.

№	Тема	Виды применяемых образовательных технологий	Кол. час
1	Численные методы алгебры		
1.1	Основы теории погрешности	Аудиовизуальная технология, Репродуктивная технология, Использование средств мультимедиа. Работа в малых группах.	1+1*
1.2	Численные методы решения уравнений	Аудиовизуальная технология, Репродуктивная технология, Использование средств мультимедиа. Работа в малых группах.	3+1*
2	Численные методы матанализа		
2.1	Интерполяция и Аппроксимация	Аудиовизуальная технология, Репродуктивная технология, Использование средств мультимедиа. Работа в малых группах.	2
2.2	Численное дифференцирование и интегрирование	Аудиовизуальная технология, Репродуктивная технология, Использование средств мультимедиа. Работа в малых группах.	1+1*
Итого по курсу			10
в том числе интерактивное обучение*			3*

3.3 Образовательные технологии при проведении лабораторных занятий

Лабораторные занятия – основная интерактивная форма организации учебного процесса, дополняющая теоретический курс или лекционную часть учебной дисциплины и призванная закрепить усвоение умений и владений формируемой компетенции, самостоятельно оперировать теоретическими знаниями на конкретном учебном материале. Для лабораторных занятий по данному предмету в качестве темы выбирается обычно такая учебная задача,

которая предполагает индивидуальное использование компьютерной техники, разработку проектов, работу в малых группах.

№	Тема	Виды применяемых образовательных технологий	Кол. час
1	Численные методы алгебры		
1.2	Численные методы решения уравнений	Проектная деятельность. Репродуктивная технология, Использование средств мультимедиа. Работа в малых группах.	7+3*
2	Численные методы матанализа		
2.1	Интерполяция и Аппроксимация	Проектная деятельность. Репродуктивная технология, Использование средств мультимедиа. Работа в малых группах.	4+2*
2.2	Численное дифференцирование и интегрирование	Проектная деятельность. Репродуктивная технология, Использование средств мультимедиа. Работа в малых группах.	3+1*
Итого по курсу			20
в том числе интерактивное обучение*			6*

4 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля

4.1.1 Рейтинговая система оценки текущей успеваемости студентов

№	Наименование раздела	Виды оцениваемых работ	Максимальное кол-во баллов
1	Численные методы алгебры	Домашняя практическая работа	4
		Письменная проверочная работа	8
		Активная работа на занятиях	2
		Защита лабораторных работ	20
2	Численные методы матанализа	Домашняя практическая работа	2
		Письменная проверочная работа	6
		Активная работа на занятиях	2
		Защита лабораторных работ	16
3	Текущая аттестация по всем разделам	Компьютерное тестирование	40
ВСЕГО			100

4.1.2 Примерные тестовые задания для текущей аттестации

Тестовые задания раздел №1

(Указать один правильный ответ)

5. (60с.) Какой из полиномов строится по таблице разделенных разностей?

1) Полином Лагранжа

- 2) Канонический полином
 3) Полином Ньютона
 4) Полином Чебышева
6. (60с.) Какой из полиномов строится при решении системы уравнений?
 (один ответ)
 1) Полином Лагранжа
 2) Канонический полином
 3) Полином Ньютона
 4) Полином Чебышева
7. (60с.) Какой из полиномов не является интерполяционным?
 (один ответ)
 1) Полином Лагранжа
 2) Канонический полином
 3) Полином Ньютона
 4) Полином Чебышева
8. (60с.) Какой из полиномов имеет формулы интерполирования вперед и назад?
 1) Полином Лагранжа
 2) Канонический полином
 3) Полином Ньютона
 4) Полином Чебышева
9. (60с.) Нули какого полинома нужны для построения равномерного приближения?
 (один ответ)
 1) Полином Лагранжа
 2) Канонический полином
 3) Полином Ньютона
 4) Полином Чебышева
10. (60с.) В каком методе используется периодическое продолжение?
 (один ответ)
 1) Дискретное преобразование Фурье
 2) Метод наименьших квадратов
 3) Сплайн-интерполяция
 4) Наилучшее равномерное приближение
11. (60с.) В каком методе используется кусочная аппроксимация?
 (один ответ)
 1) Дискретное преобразование Фурье
 2) Метод наименьших квадратов
 3) Сплайн-интерполяция
 4) Наилучшее равномерное приближение
12. (60с.) В каком методе используется скалярное произведение векторов?
 (один ответ)
 1) Дискретное преобразование Фурье
 2) Метод наименьших квадратов
 3) Сплайн-интерполяция
 4) Наилучшее равномерное приближение
13. (60с.) В каком методе используют полином наименьшего отклонения от 0?
 1) Дискретное преобразование Фурье
 2) Метод наименьших квадратов
 3) Сплайн-интерполяция
 4) Наилучшее равномерное приближение
14. (60с.) Какая из матриц используется в методе наименьших квадратов?
 1) Матрица Грамма
 2) L матрица
 3) Матрица Якоби
 4) Единичная матрица
15. (60с.) Какая из матриц используется в методе Ньютона?
 1) Матрица Грамма
 2) L матрица
 3) Матрица Якоби
 4) Единичная матрица
16. (60с.) Какая из матриц используется в методе Халецкого?
 1) Матрица Грамма
 2) L матрица
 3) Матрица Якоби

- 4) Единичная матрица
17. (60с.) Какая из матриц используется при получении обратной матрицы?
- 1) Матрица Грамма
 - 2) L матрица
 - 3) Матрица Якоби
 - 4) Единичная матрица
18. (60с.) Какой из методов служит для аппроксимации?
(один ответ)
- 1) Метод наименьших квадратов
 - 2) Метод хорд
 - 3) Метод Жордана
 - 4) Метод Ньютона
19. (60с.) Какой из методов служит для решения СЛАУ?
(один ответ)
- 1) Метод наименьших квадратов
 - 2) Метод хорд
 - 3) Метод Жордана
 - 4) Метод Ньютона
20. (60с.) Какой из методов служит только для решения 1 уравнения?
- 1) Метод наименьших квадратов
 - 2) Метод хорд
 - 3) Метод Жордана
 - 4) Метод Ньютона
21. (60с.) Какой из методов решает систему нелинейных уравнений?
- 1) Метод наименьших квадратов
 - 2) Метод хорд
 - 3) Метод Жордана
 - 4) Метод Ньютона
22. (60с.) Какой из методов не может решить систему нелинейных уравнений?
- 1) Метод градиентного поиска
 - 2) Метод дихотомии
 - 3) Метод простой итерации
 - 4) Метод Ньютона
23. (60с.) Какой из методов служит для получения максимума функции?
- 1) Метод градиентного поиска
 - 2) Метод дихотомии
 - 3) Метод простой итерации
 - 4) Метод Ньютона
24. (60с.) Какую пару методов используют для систем нелинейных уравнений?
- 1) Метод дихотомии и хорд
 - 2) Метод простой итерации и хорд
 - 3) Метод Ньютона и хорд
 - 4) Метод простой итерации и Ньютона
- Какой из методов не является конечным?
- 1) Метод Гаусса
 - 2) Метод Жордана
 - 3) Метод Халецкого
 - 4) Метод Зейделя
 - 5) Метод дихотомии
- Какой из методов имеет прямой и обратный ход?
- 1) Метод Гаусса
 - 2) Метод Жордана
 - 3) Метод Халецкого
 - 4) Метод Зейделя
 - 5) Метод дихотомии
- Какой из методов не решает систему линейных уравнения?
- 1) Метод Гаусса
 - 2) Метод Жордана
 - 3) Метод Халецкого
 - 4) Метод Зейделя
 - 5) Метод дихотомии
- Какой из методов лучше использовать для вычисления обратной матрицы?
- 1) Метод Гаусса

- 2) Метод Жордана
- 3) Метод Халецкого
- 4) Метод Зейделя
- 5) Метод дихотомии

Какой из методов не является итерационным?

- 1) Метод релаксации
- 2) Метод Жордана
- 3) Метод простой итерации
- 4) Метод Зейделя
- 5) Метод Ньютона

Модуль разности между точным и приближенным значением это ...

- 1) Абсолютная погрешность
- 2) Оценка погрешности
- 3) Относительная погрешность
- 4) Вычислительная погрешность
- 5) Погрешность интерполяции

Какая погрешность всегда больше 0 и меньше 1?

- 1) Абсолютная погрешность
- 2) Оценка погрешности
- 3) Относительная погрешность
- 4) Вычислительная погрешность
- 5) Погрешность интерполяции

Какая погрешность всегда должна быть больше предельной?

- 1) Абсолютная погрешность
- 2) Оценка погрешности
- 3) Относительная погрешность
- 4) Вычислительная погрешность
- 5) Погрешность интерполяции

Погрешность которая всегда зависит от числа операций в алгоритме называется ...

- 1) Абсолютная погрешность
- 2) Оценка погрешности
- 3) Относительная погрешность
- 4) Вычислительная погрешность
- 5) Погрешность интерполяции

Укажите формулу определения абсолютной погрешности

- 1) $|A_{\text{прибл}} - A_{\text{точное}}|$
- 2) $d(a)/|A|$
- 3) $d(a)+d(b)$
- 4) $|A|*d(B)+|B|*d(A)+d(B)*d(A)$
- 5) $[d(A)+d(B)]/|A-B|$

Укажите формулу определения относительной погрешности

- 1) $|A_{\text{прибл}} - A_{\text{точное}}|$
- 2) $d(a)/|A|$
- 3) $d(a)+d(b)$
- 4) $|A|*d(B)+|B|*d(A)+d(B)*d(A)$
- 5) $[d(A)+d(B)]/|A-B|$

Укажите формулу для оценки абсолютной погрешности разности 2-х величин

- 1) $|A_{\text{прибл}} - A_{\text{точное}}|$
- 2) $d(a)/|A|$
- 3) $d(a)+d(b)$
- 4) $|A|*d(B)+|B|*d(A)+d(B)*d(A)$
- 5) $[d(A)+d(B)]/|A-B|$

Укажите формулу для оценки абсолютной погрешности произведения 2-х величин

- 1) $|A_{\text{прибл}} - A_{\text{точное}}|$
- 2) $d(a)/|A|$
- 3) $d(a)+d(b)$
- 4) $|A|*d(B)+|B|*d(A)+d(B)*d(A)$
- 5) $[d(A)+d(B)]/|A-B|$

Укажите формулу для оценки относительной погрешности разности 2-х величин

- 1) $|A_{\text{прибл}} - A_{\text{точное}}|$
- 2) $d(a)/|A|$
- 3) $d(a)+d(b)$
- 4) $|A|*d(B)+|B|*d(A)+d(B)*d(A)$

5) $[d(A)+d(B)]/|A-B|$

Какой из методов используется для решения прямой задачи теории погрешности?

- 1) Метод последовательных приближений
- 2) Метод равных погрешностей
- 3) Метод равных вкладов
- 4) Метод оптимизации
- 5) Метод релаксации

Какой из методов использует формулу $d(A)=d(B)=d(C)=...?$

- 1) Метод последовательных приближений
- 2) Метод равных погрешностей
- 3) Метод равных вкладов
- 4) Метод оптимизации
- 5) Метод релаксации

Какой из методов использует вычисление частных производных?

- 1) Метод последовательных приближений
- 2) Метод равных погрешностей
- 3) Метод равных вкладов
- 4) Метод оптимизации
- 5) Метод релаксации

Какой из методов использует критерий выбора варианта вычисления погрешности?

- 1) Метод последовательных приближений
- 2) Метод равных погрешностей
- 3) Метод равных вкладов
- 4) Метод оптимизации
- 5) Метод релаксации

Какой из методов не используется для вычисления оценок погрешности?

- 1) Метод последовательных приближений
- 2) Метод равных погрешностей
- 3) Метод равных вкладов
- 4) Метод оптимизации
- 5) Метод релаксации

Тестовые задания раздел №2

(Указать один правильный ответ)

25. (60с.) Какую пару методов относят к многошаговым?

- 1) Метод Адамса и Милна
- 2) Метод Адамса и Рунге-Кутта
- 3) Метод Галеркина и коллокаций
- 4) Метод прогонки и сеточный метод

26. (60с.) Какая пара методов использует формулы прогноза и коррекции?

- 1) Метод Адамса и Милна
- 2) Метод Адамса и Рунге-Кутта
- 3) Метод Галеркина и коллокаций
- 4) Метод прогонки и сеточный метод

27. (60с.) Какую пару методов относят к аппроксимационным?

- 1) Метод Адамса и Милна
- 2) Метод Адамса и Рунге-Кутта
- 3) Метод Галеркина и коллокаций
- 4) Метод прогонки и сеточный метод

28. (60с.) В какой паре методов есть метод решения СЛАУ?

- 1) Метод Адамса и Милна
- 2) Метод Адамса и Рунге-Кутта
- 3) Метод Галеркина и коллокаций
- 4) Метод прогонки и сеточный метод

29. (60с.) В какой паре методов есть одношаговый и многошаговый методы?

- 1) Метод Адамса и Милна
- 2) Метод Адамса и Рунге-Кутта
- 3) Метод Галеркина и коллокаций
- 4) Метод прогонки и сеточный метод

30. (60с.) В какой паре методов есть метод, используемый для решения любых ДУ?

- 1) Метод Адамса и Милна

- 2) Метод Адамса и Рунге-Кутта
- 3) Метод Галеркина и коллокаций
- 4) Метод прогонки и сеточный метод
31. (60с.) Какая из формул относится к критерию устойчивости?
 - 1) Формула Башфорта
 - 2) Формула Моултона
 - 3) Формула Рунге
 - 4) Формула Фон-Немана
32. (60с.) Какая из формул относится к формулам прогноза?
 - 1) Формула Башфорта
 - 2) Формула Моултона
 - 3) Формула Рунге
 - 4) Формула Фон-Немана
33. (60с.) Какая из формул относится к формулам коррекции?
 - 1) Формула Башфорта
 - 2) Формула Моултона
 - 3) Формула Рунге
 - 4) Формула Фон-Немана
34. (60с.) Какая из формул относится к формулам оценки порядка погрешности?
 - 1) Формула Башфорта
 - 2) Формула Моултона
 - 3) Формула Рунге
 - 4) Формула Фон-Немана
35. (60с.) Какая из формул делает оценку погрешности?
 - 1) 1-я формула Рунге
 - 2) 2-я формула Рунге
 - 3) 3-я формула Рунге
 - 4) формула Эйлера
36. (60с.) Какая из формул уточняет значение?
 - 1) 1-я формула Рунге
 - 2) 2-я формула Рунге
 - 3) 3-я формула Рунге
 - 4) формула Эйлера
37. (60с.) Какая из формул определяет порядок погрешности?
 - 1) 1-я формула Рунге
 - 2) 2-я формула Рунге
 - 3) 3-я формула Рунге
 - 4) формула Эйлера
38. (60с.) Какая из формул решает задачу Коши?
 - 1) 1-я формула Рунге
 - 2) 2-я формула Рунге
 - 3) 3-я формула Рунге
 - 4) формула Эйлера
39. (60с.) Какой из методов Рунге-Кутта имеет 1-й порядок глобальной погрешности?
 - 1) метод Эйлера
 - 2) метод средней точки
 - 3) метод Мерсона
 - 4) метод Ритца
40. (60с.) Какой из методов Рунге-Кутта имеет 2-й порядок глобальной погрешности?
 - 1) метод Эйлера
 - 2) метод средней точки
 - 3) метод Мерсона
 - 4) метод Ритца
41. (60с.) Какой из методов Рунге-Кутта имеет 4-й порядок глобальной погрешности?
 - 1) метод Эйлера
 - 2) метод средней точки
 - 3) метод Мерсона
 - 4) метод Ритца
42. (60с.) Какой из методов не является методом Рунге-Кутта?
 - 1) метод Эйлера
 - 2) метод средней точки
 - 3) метод Мерсона
 - 4) метод Ритца

Решение системы линейных уравнений необходимо для вычисления ...

канонического полинома
полинома Лагранжа
полинома Ньютона
полинома Чебышева
кубического полинома

Для сплайн-интерполяции характерно использование ...

канонического полинома
полинома Лагранжа
полинома Ньютона
полинома Чебышева
кубического полинома

Для равномерного приближения характерно использование ...

канонического полинома
полинома Лагранжа
полинома Ньютона
полинома Чебышева
кубического полинома

Разделенные разности необходимы для вычисления ...

канонического полинома
полинома Лагранжа
полинома Ньютона
полинома Чебышева
кубического полинома

Вычисление произведения величин $x(i) - x(j)$ (разности узлов) необходимо для вычисления ...

канонического полинома
полинома Лагранжа
полинома Ньютона
полинома Чебышева
кубического полинома

Для метода наименьших квадратов используют...

базисные функции
«кусочную» аппроксимацию
полином наименьшего уклонения
разделенные разности
схему Горнера

Полиномы Чебышева используют для определения...

базисных функций
«кусочной» аппроксимации
полинома наименьшего уклонения
разделенных разностей
схемы Горнера

Сплайны используют для определения...

базисных функций
«кусочной» аппроксимации
полинома наименьшего уклонения
разделенных разностей
схемы Горнера

Вычисление полинома Ньютона связано с использованием...

базисных функций
«кусочной» аппроксимации
полинома наименьшего уклонения
разделенных разностей
схемы Горнера

Вычисление канонического полинома может быть оптимизировано при использовании...

базисных функций
«кусочной» аппроксимации
полинома наименьшего уклонения
разделенных разностей
схемы Горнера

Формулы в которых приравняются нулю 2-е производные называются формулами...

закрепленного сплайна
свободного сплайна

матрицы Грамма
 полинома Чебышева
 интерполирования вперед
 Формулы в которых приравняются нулю 1-е производные называются формулами...
 закреплённого сплайна
 свободного сплайна
 матрицы Грамма
 полинома Чебышева
 интерполирования вперед
 Используют $\arccos(x)$ в формулах...
 закреплённого сплайна
 свободного сплайна
 матрицы Грамма
 полинома Чебышева
 интерполирования вперед
 Используют базисные функции в формулах...
 закреплённого сплайна
 свободного сплайна
 матрицы Грамма
 полинома Чебышева
 интерполирования вперед
 Для вычисления полинома Ньютона используют формулы...
 закреплённого сплайна
 свободного сплайна
 матрицы Грамма
 полинома Чебышева
 интерполирования вперед
 Для тригонометрической интерполяции не пользуются ...
 формулой ряда Фурье
 формулой интеграла Фурье
 формулой дискретного преобразования Фурье
 формулой алгоритма БПФ
 формулой полинома наилучшего равномерного приближения
 Для эффективного вычисления коэффициентов тригонометрической интерполяции пользуются ...
 формулой ряда Фурье
 формулой интеграла Фурье
 формулой дискретного преобразования Фурье
 формулой алгоритма БПФ
 формулой полинома наилучшего равномерного приближения
 Для тригонометрической интерполяции ограниченной функции пользуются ...
 формулой ряда Фурье
 формулой интеграла Фурье
 формулой дискретного преобразования Фурье
 формулой алгоритма БПФ
 формулой полинома наилучшего равномерного приближения
 Любая периодическая неограниченная функция должна представляться ...
 формулой ряда Фурье
 формулой интеграла Фурье
 формулой дискретного преобразования Фурье
 формулой алгоритма БПФ
 формулой полинома наилучшего равномерного приближения
 Любая непрерывная неограниченная функция представляется ...
 формулой ряда Фурье
 формулой интеграла Фурье
 формулой дискретного преобразования Фурье
 формулой алгоритма БПФ
 формулой полинома наилучшего равномерного приближения
 Имеет порядок погрешности 1...
 формула правой разностной производной
 формула центральной разностной производной
 формула Симпсона
 формула трапеций
 формула Рунге

Имеет порядок погрешности 2...

формула правой разностной производной
формула центральной разностной производной
формула Симпсона
формула трапеций
формула Рунге

Имеет порядок погрешности более 3-х...

формула правой разностной производной
формула центральной разностной производной
формула Симпсона
формула трапеций
формула Рунге

Имеет порядок погрешности равный 3...

формула правой разностной производной
формула центральной разностной производной
формула Симпсона
формула трапеций
формула Рунге

Не имеет определенного порядка погрешности ...

формула правой разностной производной
формула центральной разностной производной
формула Симпсона
формула трапеций
формула Рунге

Для определения погрешности используется ..

1-я формула Рунге
2-я формула Рунге
3-я формула Рунге
формула Ньютона – Котеса
формула Эйлера

Для определения порядка погрешности используется ..

1-я формула Рунге
2-я формула Рунге
3-я формула Рунге
формула Ньютона – Котеса
формула Эйлера

Для уточнения значения используется ..

1-я формула Рунге
2-я формула Рунге
3-я формула Рунге
формула Ньютона – Котеса
формула Эйлера

Для решения задачи Коши используется ..

1-я формула Рунге
2-я формула Рунге
3-я формула Рунге
формула Ньютона – Котеса
формула Эйлера

Для определения интеграла используется ..

1-я формула Рунге
2-я формула Рунге
3-я формула Рунге
формула Ньютона – Котеса
формула Эйлера

Для вычисления интегралов используется ..

метод Ньютона-Котеса
метод Рунге
метод Эйлера
метод Адамса
метод "предиктор-корректор"

Примером одшагового метода решения задачи Коши 1-го порядка является ..

метод Ньютона-Котеса
метод Рунге

метод Эйлера
метод Адамса
метод "предиктор-корректор"
Примером многошагового метода решения задачи Коши является . . .
метод Ньютона-Котеса
метод Рунге
метод Эйлера
метод Адамса
метод "предиктор-корректор"
Примером одшагового метода решения задачи Коши 2-го порядка является . . .
метод Ньютона-Котеса
метод Рунге
метод Эйлера
метод Адамса
метод "предиктор-корректор"
Примером метода уточнения решения задачи является . . .
метод Ньютона-Котеса
метод Рунге
метод Эйлера
метод Адамса
метод "предиктор-корректор"
Метод Рунге - это ...
метод интерполяции
метод аппроксимации
метод численного интегрирования
метод решения задачи Коши
метод оценки погрешности
Метод Адамса - это...
метод интерполяции
метод аппроксимации
метод численного интегрирования
метод решения задачи Коши
метод оценки погрешности
Метод парабол - пример ...
метода интерполяции
метода аппроксимации
метода численного интегрирования
метода решения задачи Коши
метода оценки погрешности
Метод наименьших квадратов - пример ...
метода интерполяции
метода аппроксимации
метода численного интегрирования
метода решения задачи Коши
метода оценки погрешности
Построению сплайнов - пример ...
метода интерполяции
метода аппроксимации
метода численного интегрирования
метода решения задачи Коши
метода оценки погрешности

4.1.3 Примерные задания для практической работы студентов

Примерные задания для первого раздела

Задача 1

Определить абсолютную и относительную погрешность величины $F(a,b)$ если заданы

$$d(a), d(b), d(c), d(g): \quad F = \frac{((a+b)^2 * c^2 - a/c^2)}{(b^2 + c^2 - g)}$$

Задача 2

Решить нелинейное уравнение методом простой итерации:

Уравнение $x^2 - 5 = 0$ отрезок $[2;3]$, выполнить 2 итерации метода, оценить погрешностью d

Задача 3

Дана система уравнений, найти корни методом Гаусса:

$$7x + 2y + 3z = 28$$

$$-2x + 5y + 1z = 5$$

$$1x - 3y + 6z = 3$$

Задача 4

Найти 1-е и 2-е приближение абсолютной погрешности для формулы:

$$F(x) = \sin(\cos(x))$$

Задача 5

Решить нелинейное уравнение методом дихотомии:

Уравнение $x^2 - 5 = 0$ отрезок $[2;3]$, выполнить 2 итерации метода, оценить погрешностью d

Задача 6

Дана система уравнений, оценить сходимость для метода простой итерации, построить итерационную формулу для метода простой итерации:

$$7x + 2y + 3z = 28$$

$$-2x + 5y + 1z = 5$$

$$1x - 3y + 6z = 3$$

Примерные задания для второго раздела

Задача 1.

Найти значение интерполяционного полинома Лагранжа в точке $X=1/2$, при $n=2$ и узловых значениях $F(-1) = 1$; $F(0)=2$; $F(1)=5$

Задача 2.

Вычислить интеграл от функции 2^x на отрезке $[0,2]$ с помощью коэффициентов Котеса для $n=2$

Задача 3.

Вычислить интеграл при интегрировании полинома задачи №1 на отрезке $[-1,1]$ по формуле Симпсона.

Задача 4.

Найти значение интерполяционного полинома Ньютона в точке $X=1/2$, при $n=2$ и узловых значениях $F(0) = 1$; $F(1)=2$; $F(3)=5$

Задача 5.

Оценить порядок погрешности центральной разностной производной $(Y(x+h) - Y(x-h))/(2*h)$ по методу Рунге для функции X^3 в точке $X_0=2$

Задача 6.

Вычислить интеграл от функции $\cos(2x)$ на отрезке $[0, \pi/2]$ многократным методом трапеций с шагом $h = \pi/8$

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

4.2.1 Вопросы для проведения устного опроса на зачете

1. Погрешность. Абсолютная, относительная погрешность. Интервал неопределенности. Оценка погрешности. Формулы суммы, произведения и частного.
2. Погрешность. Прямая и обратная задачи теории погрешностей. Приближенная оценка погрешности.
3. Конечные методы решения систем линейных уравнений. Метод Гаусса. Выбор главного элемента.
4. Конечные методы решения систем линейных уравнений. Метод Жордана. Вычисление определителя и обратной матрицы.
5. Конечные методы решения систем линейных уравнений. Общая характеристика и сравнение методов. Метод Халецкого.
6. Итерационные методы решения систем линейных уравнений. Методы итераций и Зейделя. Сходимость метода итераций.
7. Итерационные методы решения систем линейных уравнений. Метод релаксации.
8. Методы решения нелинейных уравнений. Отделение и уточнение корней. Метод отделения корней уравнения.
9. Методы решения нелинейных уравнений. Методы дихотомии и хорд.
10. Итерационные вычисления. Методы решения нелинейных уравнений. Методы итераций и касательных.
11. Итерационные вычисления. Методы решения нелинейных уравнений. Метод Ньютона-Чебышева. Метод обратной интерполяции.
12. Решения систем нелинейных уравнений. Методы Ньютона и простой итерации.
13. Методы численного интегрирования Гаусса и разложения в ряд.
14. Интерполяция, экстраполяция, аппроксимация функций. Приложения интерполяции и аппроксимации. Интерполяционные полиномы. Канонический полином.
15. Интерполяционные полиномы. Полином Лагранжа. Оценка погрешности полинома Лагранжа.
16. Интерполяционные полиномы. Разделенные разности. Полином Ньютона. Интерполирование вперед и назад.
17. Полиномы Чебышева и его свойства. Полином наилучшего равномерного приближения.
18. Сплайн интерполяция. Кубический сплайн.
19. Дискретное преобразование Фурье. Условие интерполяции. Алгоритм БПФ.
20. Метод наименьших квадратов. Матрица Грамма.
21. Методы численного дифференцирования и интегрирования. Разностные формулы для производных.
22. Численное интегрирование. Формулы Ньютона-Котеса. Коэффициенты Котеса и их свойства.
23. Методы численного интегрирования. Однократный и многократный методы. Методы прямоугольников, трапеций и Симпсона.
24. Метод Рунге практической оценки погрешности. Формулы Рунге.

4.2.2 Критерии оценки по промежуточной аттестации (зачет)

Освоение материала контролируется в процессе проведения рейтинг - контроля. Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля выбираются из содержания разделов дисциплины. В соответствии с рейтинговой системой текущий контроль производится регулярно в течение семестра путем балльной оценки качества усвоения теоретического материала (тестирование) и результатов практической деятельности (выполнение домашних и самостоятельных работ). Промежуточная аттестация (зачет) производится в конце семестра также путем балльной оценки. Итоговый рейтинг определяется суммированием баллов текущей оценки в течение семестра и баллов промежуточной аттестации в конце семестра по результатам зачета. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам (60 – текущая оценка в семестре, 40 – промежуточная аттестация в конце семестра).

Итоговая оценка учитывает совокупные результаты контроля знаний. Дополнительно может проводиться по вопросам опрос в устной форме. Содержание вопросов приведено выше.

Оценка дополнительного опроса отражается как повышение его баллов до уровня «зачтено», если студент:

- в целом раскрыл содержание материала в области, предусмотренной вопросом;
- изложил материал достаточно грамотным языком в определенной логической последовательности, точно использовал терминологию;
- правильно выполнил рисунки, чертежи, графики, использовал наглядные пособия, соответствующие ответу;
- отвечал практически самостоятельно без значительного числа наводящих вопросов.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

- при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на опросе;
- при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;
- при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

5.1 Основная литература

1. Пименов, В.Г. Численные методы : учебное пособие : в 2 ч. / В.Г. Пименов, А.Б. Ложников ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, Ю.А. Меленцова. - Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. - Ч. 2. - 107 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн.. - ISBN 978-5-7996-1342-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275819>

2. Бахвалов, Н.С. Численные методы. Решения задач и упражнения [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.С. Бахвалов, А.А. Корнев, Е.В. Чижонков. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2016. — 355 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/90239>.

3. Бахвалов, Н.С. Численные методы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 639 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/70767>

4. Бахвалов, Н.С. Численные методы в задачах и упражнениях [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.С. Бахвалов, А.В. Лапин, Е.В. Чижонков. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 243 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/70743>.

5.2 Дополнительная литература

1. Амосов, А.А. Вычислительные методы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.А. Амосов, Ю.А. Дубинский, Н.В. Копченова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 672 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/42190>
2. Горлач, Б.А. Математическое моделирование. Построение моделей и численная реализация [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Б.А. Горлач, В.Г. Шахов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 292 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/74673>.
3. Шевцов Г. С. Численные методы линейной алгебры [Электронный ресурс] : учебное пособие / Шевцов Г. С., О.Г. Крюкова, Мызникова Б. И. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 496 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=1800.
4. Жидков, Е.Н. Вычислительная математика: учебное пособие / Е. Н. Жидков. - М.: Академия, 2010. - 208 с
5. Срочко, В.А. Численные методы. Курс лекций [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2010. — 203 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=378.
6. Демидович, Б.П. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.П. Демидович, И.А. Марон, Э.З. Шувалова. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2010. — 400 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=537.

5.3 Периодические издания

1. Информатика, вычислительная техника и инженерное образование. URL: http://elibrary.ru/title_about.asp?id=32586
2. Наука и школа. URL: <http://elibrary.ru/issues.asp?id=8903>.

3. Информатика и образование. URL: http://elibrary.ru/title_about.asp?id=8739
4. Информатика в школе. URL: http://elibrary.ru/title_about.asp?id=27800.
5. Вестник Московского Университета. Серия 15. Вычислительная математика и кибернетика. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=journal_red&jid=237323
6. Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. - URL: <http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1438371>.
7. Методические вопросы преподавания инфокоммуникаций в высшей школе. - URL: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=55718>

6 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. ЭБС «Университетская библиотека ONLINE» [учебные, научные издания, первоисточники, художественные произведения различных издательств; журналы; мультимедийная коллекция: аудиокниги, аудиофайлы, видеокурсы, интерактивные курсы, экспресс-подготовка к экзаменам, презентации, тесты, карты, онлайн-энциклопедии, словари] : сайт. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red.
2. ЭБС издательства «Лань» [учебные, научные издания, первоисточники, художественные произведения различных издательств; журналы] : сайт. – URL: <http://e.lanbook.com>.
3. ЭБС «Юрайт» [раздел «ВАША ПОДПИСКА: Филиал КубГУ (г. Славянск-на-Кубани): учебники и учебные пособия издательства «Юрайт»] : сайт. – URL: <https://www.biblio-online.ru/catalog/E121B99F-E5ED-430E-A737-37D3A9E6DBFB>.
4. Научная электронная библиотека. Монографии, изданные в издательстве Российской Академии Естествознания [полнотекстовый ресурс свободного доступа] : сайт. – URL: <https://www.monographies.ru/>.
5. Научная электронная библиотека статей и публикаций «eLibrary.ru» : российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины, образования [5600 журналов, в открытом доступе – 4800] : сайт. – URL: <http://elibrary.ru>.
6. Базы данных компании «Ист Вью» [раздел: Периодические издания (на рус. яз.) включает коллекции: Издания по общественным и гуманитарным наукам; Издания по педагогике и образованию; Издания по информационным технологиям; Статистические издания России и стран СНГ] : сайт. – URL: <http://dlib.eastview.com>.
7. КиберЛенинка : научная электронная библиотека [научные журналы в полнотекстовом формате свободного доступа] : сайт. – URL: <http://cyberleninka.ru>.
8. Единое окно доступа к образовательным ресурсам : федеральная информационная система свободного доступа к интегральному каталогу образовательных интернет-ресурсов и к электронной библиотеке учебно-методических материалов для всех уровней образования: дошкольное, общее, среднее профессиональное, высшее, дополнительное : сайт. – URL: <http://window.edu.ru>.
9. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов [для общего, среднего профессионального, дополнительного образования; полнотекстовый ресурс свободного доступа] : сайт. – URL: <http://fcior.edu.ru>.
11. Энциклопедиум [Энциклопедии. Словари. Справочники : полнотекстовый ресурс свободного доступа] // ЭБС «Университетская библиотека ONLINE» : сайт. – URL: <http://enc.biblioclub.ru/>.
12. Электронный каталог Кубанского государственного университета и филиалов. – URL: <http://212.192.134.46/MegaPro/Web/Home/About>.

7 Методические указания для студентов по освоению дисциплины

При изучении дисциплины «Численные методы» студенты часть материала должны проработать самостоятельно. Роль самостоятельной работы велика.

Планирование самостоятельной работы студентов по дисциплине «Численные методы» необходимо проводить в соответствии с уровнем подготовки студентов к изучаемой дисциплине.

7.2 Методические указания к лекционным занятиям

Самостоятельная работа студентов распадается на два самостоятельных направления: на изучение и освоение теоретического лекционного материала, и на освоение методики решения практических задач.

При всех формах самостоятельной работы студент может получить разъяснения по непонятным вопросам у преподавателя на индивидуальных консультациях в соответствии с графиком консультаций. Студент может также обратиться к рекомендуемым преподавателем учебникам и учебным пособиям, в которых теоретические вопросы изложены более широко и подробно, чем на лекциях и с достаточным обоснованием.

Консультация – активная форма учебной деятельности в педвузе. Консультацию предваряет самостоятельное изучение студентом литературы по определенной теме. Качество консультации зависит от степени подготовки студентов и остроты поставленных перед преподавателем вопросов.

Для дополнительной проработки лекционного материала студенты могут использовать основную и дополнительную литературу, рекомендуемые источники интернета, компьютерные учебники и дополнительные электронные материалы. Для работы с электронными материалами имеется возможность использования электронных библиотек, компьютеров в читальных залах библиотеки, локальной компьютерной сети ВУЗа.

7.2 Методические указания к практическим и лабораторным занятиям

Основной частью самостоятельной работы студента является его систематическая подготовка к практическим/лабораторным занятиям. Студенты должны быть нацелены на важность качественной подготовки к таким занятиям. При подготовке к практическим занятиям студенты должны освоить вначале теоретический материал по новой теме занятия, с тем чтобы использовать эти знания при решении задач. Затем просмотреть объяснения решения примеров, задач, сделанные преподавателем на предыдущем практическом занятии, разобраться с примерами, приведенными лектором по этой же теме. Решить заданные примеры. Если некоторые задания вызвали затруднения при решении, попросить объяснить преподавателя на очередном практическом занятии или консультации.

Для работы на практических занятиях, самостоятельной работы во внеаудиторное время, а также для подготовки к экзамену рекомендуется использовать методические рекомендации к практическим занятиям. При подготовке к тестированию необходимо повторить материал, рассмотренный на практических занятиях, прорешать соответствующие задачи или примеры, убедиться в знании необходимых формул, определений и т. д.

При подготовке к проверочным контрольным работам студентам приходится изучать указанные преподавателем темы, используя конспекты лекций, рекомендуемую литературу, учебные пособия. Ответы на возникающие вопросы в ходе подготовки к контрольной работе можно получить на очередной консультации.

Лабораторные работы выполняются в специализированных классах, оснащенных современными компьютерами и программным обеспечением. Компьютерный класс находится в локальной компьютерной сети с выходом в корпоративную сеть ВУЗа и глобальную сеть Internet. При выполнении и защите лабораторной работы студенты как правило используют метод проектов, который требует дополнительной подготовки студента к его защите, часто используется работа в малых группах.

7.3 Методические указания к самостоятельной работе

Ряд вопросов курса отведены для самостоятельной проработки студентами. При этом у лектора появляется возможность расширить круг изучаемых проблем, дать на самостоятельную проработку новые интересные вопросы. Студент должен разобраться в рекомендуемой литературе и письменно изложить кратко и доступно для себя основное содержание материала. Преподаватель проверяет качество усвоения самостоятельно проработанных вопросов на практических занятиях, контрольных работах, тестировании и во время экзамена. Затем корректирует изложение материала и нагрузку на студентов.

Для получения практического опыта решения задач по дисциплине «Численные методы» на практических занятиях и для работы во внеаудиторное время предлагается самостоятельная работа в форме заданий домашних практических работ. Контроль над выполнением и оценка домашних работ осуществляется в форме собеседования.

Таким образом, использование всех рекомендуемых видов самостоятельной работы дает возможность значительно активизировать работу студентов над материалом курса и повысить уровень их усвоения.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

8 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

8.1 Перечень информационных технологий

Компьютерное тестирование по итогам изучения разделов дисциплины. Проводится в компьютерном классе, оснащённом персональными ЭВМ и соответствующим программным обеспечением (ПО).

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения

1. Офисный пакет приложений «Apache OpenOffice»
2. Приложение позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов «Adobe Acrobat Reader DC»
3. Программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель) «WindowsMediaPlayer».
4. Программа просмотра интернет контента (браузер) « Google Chrome »
5. Офисный пакет приложений «LibreOffice»
6. Офисный пакет приложений «Microsoft Office Professional Plus 2007 Russian Academic»
7. Текстовый редактор «Notepad++»
8. Программа файловый архиватор «7-zip»
9. Двухпанельный файловый менеджер «FreeCommander»
10. Программа просмотра интернет контента (браузер) «Mozilla Firefox»
11. Пакет Turbo Delphi Explorer (в свободном доступе)

8.3 Перечень информационных справочных систем

1. Федеральный центр образовательного законодательства : сайт. – URL: <http://www.lexed.ru>.
2. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования. – URL: <http://www.fgosvo.ru>.
3. Научная электронная библиотека статей и публикаций «eLibrary.ru» : российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины, образования [база данных Российского индекса научного цитирования] : сайт. – URL: <http://elibrary.ru>.
4. Энциклопедиум [Энциклопедии. Словари. Справочники : полнотекстовый ресурс свободного доступа] // ЭБС «Университетская библиотека ONLINE» : сайт. – URL: <http://enc.biblioclub.ru/>.
5. ГРАМОТА.РУ – справочно-информационный интернет-портал. – URL: <http://www.gramota.ru>.
6. Электронный каталог Кубанского государственного университета и филиалов. – URL: <http://212.192.134.46/MegaPro/Web/Home/About>.

9 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины и оснащенность
1	Лекционные занятия	Лекционная аудитория М28, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО)
2	Семинарские занятия	Лекционная аудитория М28, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО)
3	Лабораторные занятия	Компьютерный класс М24, оснащенный персональными ЭВМ и соответствующим программным обеспечением (ПО)
4	Групповые (индивидуальные) консультации	Лекционная аудитория М28, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО)
5	Текущий контроль (текущая аттестация)	Компьютерный класс М24, оснащенный персональными ЭВМ и соответствующим программным обеспечением (ПО)
6	Самостоятельная работа	Кабинет М20 для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду филиала университета. Читальный зал библиотеки филиала.