

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Кафедра теоретической информатики

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета ИВТ

 Д.Ю. Чалый

« 23 » мая 2023 г.

Рабочая программа дисциплины
«Численные методы»

Направление подготовки
01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль)
«Программирование и технологии искусственного интеллекта»

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
очная

Программа рассмотрена на
заседании кафедры
от 12 апреля 2023 г.,
протокол № 10

Программа одобрена НМК
факультета ИВТ
протокол № 6 от
28 апреля 2023 г.

Ярославль

1. Цели освоения дисциплины

Целью дисциплины является изучение законов и закономерностей современных численных методов; формирование навыков построения и применения моделей, возникающих в инженерной практике и проведения расчетов по таким моделям.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы бакалавриата (магистратуры, специалитета)

Дисциплина «Численные методы» относится к модулю «Действительный и комплексный анализ».

Требования к входным знаниям и умениям: студент должен освоить следующие дисциплины: математику в объеме средней школы; математический анализ (производные и интегралы); алгебру и геометрию.

Результатом изучения дисциплины должно стать умение применять численные методы для решения практических задач.

Дисциплина изучается во втором семестре.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы бакалавриата (магистратуры, специалитета)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
Универсальные компетенции		
ОПК-2. Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач.	ИОПК 2.1. Осуществляет выбор и адаптацию математических методов и систем программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач.	Знает понятия теории погрешностей, квалификацию численных методов, их особенности, условия сходимости и область применения. Владеет математической символикой, навыками использования теоретических и практических знаний. Самостоятельно и грамотно осуществляет выбор и адаптацию численных методов для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач, в том числе в новой или нестандартной ситуации.

4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 акад. часов.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Контактная работа					самостоятельная работа	
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания		
1	Теория погрешностей.	4	2	2	0	0	0	8	
	В том числе с применением ЭО							2	
2	Численные методы линейной алгебры.	4	4	2	4	0	0	14	
	В том числе с применением ЭО							4	
3	Численные методы решения нелинейных уравнений.	4	4	2	4	0	0	14	
	В том числе с применением ЭО							4	
4	Численные методы в теории приближений Аппроксимация функций.	4	6	2	6	0	0	16	
	В том числе с применением ЭО							6	
5	Конечные разности.	4	2	2	2	0	0	4	
	В том числе с применением ЭО							2	
6	Численное дифференцирование.	4	4	2	2	0	0	14	
	В том числе с применением ЭО							4	
7	Численное интегрирование.	4	2	2	2	0	0	14	
	В том числе с применением ЭО							2	
	ИТОГО		24	16	20			84	Зачет
	В том числе с применением ЭО							24	

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Теория погрешностей.

Понятие математической модели. Погрешности. Классификация погрешностей. Абсолютная и относительная погрешность. Правило записи приближенных чисел. Значащие и верные цифры. Округление чисел. Приближенные числа и действия с ними. Учет погрешностей в арифметических действиях. Представление чисел в машине.

Раздел 2. Численные методы линейной алгебры.

Численные методы решения систем линейных уравнений: Гаусса, прогонки, простых итераций, Зейделя. Оценка погрешностей. Нормы матриц. Необходимые и достаточные условия сходимости итерационных методов.

Раздел 3. Численные методы решения нелинейных уравнений.

Отделение корней. Численные методы решения нелинейных уравнений: метод проб, метод половинного деления, метод хорд, Ньютона, итераций. Метод градиентного спуска. Оценка погрешностей.

Раздел 4. Численные методы в теории приближений. Аппроксимация функций.

Приближение функций. Аппроксимация. Интерполирование и среднее квадратичное приближение. Погрешности. Среднее квадратичное приближение: метод наименьших квадратов. Интерполирование: линейная и квадратичная интерполяция, сплайны, интерполяционные многочлены Лагранжа и Ньютона. Сплайны.

Раздел 5. Конечные разности. Интерполяционные многочлены.

Понятие конечных разностей. Интерполяционные многочлены Ньютона (первая и вторая формулы). Интерполяционные формулы с центральными разностями – формулы Гаусса, Стирлинга и Бесселя. Оценка погрешности.

Раздел 6. Численное дифференцирование.

Применение интерполяционных многочленов. Формулы численного дифференцирования с остаточными членами для первой и второй производных в узлах с постоянным шагом h . Метод Эйлера. Оценка погрешности.

Раздел 7. Численное интегрирование.

Квадратурные формулы. Метод прямоугольников (левых, правых), метод трапеций, метод Симпсона. Оценка погрешности.

5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

Вводная лекция – дает первое целостное представление о дисциплине и ориентирует студента в системе изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. Дается краткий обзор курса, история развития науки и

практики, достижения в этой сфере, имена известных ученых, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции высказываются методические и организационные особенности работы в рамках данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

Академическая лекция (или лекция общего курса) – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Требования к академической лекции: современный научный уровень и насыщенная информативность, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая структура и логика, наличие ярких примеров, научных доказательств, обоснований, фактов.

Лекция-беседа или «диалог с аудиторией», является наиболее распространенной и сравнительно простой формой активного вовлечения студентов в учебный процесс. Эта лекция предполагает непосредственный контакт преподавателя с аудиторией. Преимущество лекции-беседы состоит в том, что она позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным вопросам темы, определять содержание и темп изложения учебного материала с учетом особенностей студентов.

Лабораторное занятие – занятие, посвященное программной реализации освоенных методов.

6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

1. ОС семейства Microsoft Windows
2. Libre Office
3. Microsoft Office 365(онлайн)

7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)

1. MozillaFirefox

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», рекомендуемых для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Волков, Е. А. Численные методы: учебное пособие для вузов / Е. А. Волков. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 252 с. — ISBN 978-5-8114-7899-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/167179>
2. Слабнов, В. Д. Численные методы: учебник для вузов / В. Д. Слабнов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 392 с. — ISBN 978-5-507-44169-3. — Текст:

электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL:
<https://e.lanbook.com/book/215762>

б) дополнительная литература

1. Волков, Е.А. Численные методы : учебное пособие для вузов / Волков Е.А. - 4-е изд. - СПб.; Москва; Краснодар: Лань, 2007. - 248 с.
2. Гайсина, Э.Х. Численные методы: учебное пособие для вузов. - Череповец: ГОУ ВПО ЧГУ, 2007. - 195 с. 2.
3. Бахвалов, Н.С. Численные методы в задачах и упражнениях: учебное пособие для вузов / Н.С. Бахвалов, А.В. Лапин, Е.В. Чижонков; под ред. В.А. Садовниченко. - Москва: Высшая школа, 2000. - 190 с.
4. Срочко, В. А. Численные методы. Курс лекций: учебное пособие / В. А. Срочко. — СанктПетербург: Лань, 2022. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-1014-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210359>

в) ресурсы сети «Интернет»

1. Электронная библиотека «Университетская библиотека online». URL: <http://biblioclub.ru/>
2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/>
3. Образовательный портал Череповецкого государственного университета. URL: <https://edu.chsu.ru/>
4. Образовательная платформа Открытое образование, онлайн курсы: Методы вычислительной математики: URL: <https://openedu.ru/course/spbstu/NUMMETH/>

Приложение № 1 к рабочей программе дисциплины
Численные методы

Фонд оценочных средств
для проведения текущего контроля успеваемости
и промежуточной аттестации студентов
по дисциплине

1. Типовые контрольные задания и иные материалы,
используемые в процессе текущего контроля успеваемости

Тематика индивидуальных заданий <i>Примерные варианты</i>
<p style="text-align: center;"><i>1. Индивидуальное задание по теме «Теория погрешностей».</i></p> <p>1. 1) Сколько значащих цифр в числе $a = 0.010$? Варианты ответа: а) 1 б) 2 в) 3 г) 4</p> <p>2) Точное значение числа A равно 4,59, а найденное его приближенное значение $B = 4,5$. Тогда относительная погрешность приближенного значения B равна... Варианты ответа: а) -0,02 б) 0,02 в) 0,09 г) -0,09</p> <p>3) Округляя следующие число до трех значащих цифр, определить абсолютную Δ и относительную δ погрешности полученного приближенного числа: 2,1514.</p> <p>4) Определить количество верных цифр в числе x, если известна его абсолютная погрешность: $x = 0,3941$, $\Delta x = 0,25 \cdot 10^{-2}$.</p> <p>5) Определить количество верных цифр в числе a, если известна его относительная погрешность: $a = 1,8921$, $\delta a = 0,1 \cdot 10^{-2}$.</p> <p>6) Найти частное приближенных чисел и указать его погрешность (считать в исходных данных все знаки верными): $5,684 : 5,032$.</p>
<p style="text-align: center;"><i>2. Индивидуальное задание по теме «Решение систем линейных уравнений».</i></p> <p>Подсчитать, сколько итераций по методу простых итераций необходимо выполнить, чтобы с точностью до 10^{-4} найти решение системы: $\begin{cases} 12x + y = 13 \\ -x + 6z = 5 \end{cases}$</p>
<p style="text-align: center;"><i>3. Индивидуальное задание по теме «Интерполирование функций».</i></p> <p>Оценить погрешность при вычислении значения функции $y = \operatorname{tg}x$ в точке $x = \pi/5$ с помощью многочлена Лагранжа.</p>
Тематика заданий лабораторных работ
<p>Целью лабораторных работ является изучение приемов и методов задач по темам «Системы линейных уравнений», «Решение нелинейных уравнений», «Аппроксимация функций», «Интерполяционные многочлены», «Численное дифференцирование», «Численное интегрирование», приобретения навыков использования специальных средств MS Excel для решения и анализа задач.</p>
<i>Примерные варианты лабораторных работ</i>

1. Лабораторная работа по теме «Системы линейных уравнений».

Решить систему $\begin{cases} x + 2y - 4z = 1 \\ 2x + y - 5z = -1 \\ x - y - z = -2 \end{cases}$ методами Гаусса, итераций (2 способа), Зейделя, прогонки. Оценить погрешность.

2. Лабораторная работа по теме «Решение нелинейных уравнений».

Отделить корни уравнения $x^3 - 3x^2 + 4x + 2 = 0$ аналитическим и графическим методами. Уточнить корни методами проб, половинного деления, хорд, Ньютона. Оценить погрешность. Точность 0,01.

3. Лабораторная работа по теме «Аппроксимация функций».

Функция $y = f(x)$ задана таблично.

x	1,529	1,530	1,531	1,532
y	23,911	24,498	25,115	26,000

Определить ее значение в точке $x = 1,5303$ с помощью а) среднеквадратического приближения (метод наименьших квадратов) б) линейной, в) квадратичной интерполяции. Построить интерполяционный многочлен Лагранжа, определить значение функции в точке $x = 1,5303$ с помощью многочлена Лагранжа.

4. Лабораторная работа по теме «Интерполяционные многочлены».

Приняв шаг $h = 0,05$, построить интерполяционный полином Ньютона для функции $y = x^3 - 3x^2 - x + 2$, заданной таблицей:

x	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8
y	0,875	0,7088	0,5361	0,3572	0,173	-0,0156	-0,2081

5. Лабораторная работа по теме «Численное дифференцирование».

Найти значение первой и второй производных функции, заданной таблицей в точках $x = 0, x = 0,1$

x	0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25
y	0,00	0,10017	0,20134	0,30452	0,41075	0,52110

6. Лабораторная работа по теме «Численное интегрирование».

Применяя метод прямоугольников, правых и левых прямоугольников, трапеций, Симпсона вычислить

приближенно интеграл $\int_{\frac{\pi}{4}}^{\frac{\pi}{2}} \frac{dx}{\sin x}$ с точностью 0,01.

3. Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации

Вопросы к зачету	
1	Понятие математической модели. Погрешности. Источники и классификация погрешностей. Абсолютная и относительная погрешность.
2	Правило записи приближенных чисел. Значение и верные цифры. Связь между числом верных значащих цифр и погрешностью числа. Округление чисел.
3	Действия с приближенными числами.

4	Решение систем алгебраических уравнений методом Гаусса. Сходимость, оценка погрешности.
5	Решение систем алгебраических уравнений методом простых итераций. Сходимость, оценка погрешности.
6	Решение систем алгебраических уравнений методом Зейделя. Сходимость, оценка погрешности.
7	Решение систем алгебраических уравнений методом прогонки. Сходимость, оценка погрешности.
8	Отделение корней нелинейных уравнений. Решение нелинейных уравнений методом проб и половинного деления. Погрешность.
9	Решение нелинейных уравнений методом хорд. Погрешность.
10	Решение нелинейных уравнений методом Ньютона. Сходимость и оценка погрешности.
11	Решение нелинейных уравнений методом итераций. Оценка погрешностей.
12	Метод градиентного спуска.
13	Аппроксимация функций. Основные понятия. Табличный способ задания. Преимущества и недостатки. Конечные разности.
14	Интерполирование функций. Основные понятия. Экстраполирование. Среднеквадратичное приближение.
15	Метод наименьших квадратов. Оценка погрешности.
16	Линейная и квадратичная интерполяции. Оценка погрешности.
17	Интерполяционный многочлен Лагранжа. Оценка погрешности.
18	Сплаины.
19	Конечные разности.
20	Интерполяционные многочлены Ньютона.
21	Интерполяционные многочлены Стилинга, Бесселя.
22	Численное дифференцирование. Применение интерполяционных многочленов. Связь конечных разностей и производных. Нахождение значения первой и второй производных функции, заданной таблицей.
23	Метод Эйлера. Оценка погрешности.
24	Численное интегрирование. Метод прямоугольников. Метод левых и правых прямоугольников. Оценка погрешности.
25	Численное интегрирование. Метод трапеций. Оценка погрешности.
26	Численное интегрирование. Метод Симпсона. Оценка погрешности.

1. Критерии оценки выполнения индивидуального задания

От 3 до 5 баллов выставляется студенту, если по итогам он решил правильно больше, чем половину заданий.

От 0 до 2 баллов выставляется студенту, если он решил правильно половину или менее, чем половину заданий.

2. Критерии оценки выполнения лабораторных работ (от 0 до 10 баллов):

По итогам выполнения лабораторной работы студент формирует отчет, демонстрирует результаты своей работы (расчет на бумаге по алгоритму) и работы программы преподавателю.

До 10 баллов (в зависимости от темы л.р.) выставляется студенту, если работа выполнена самостоятельно и полностью верно; представлен отчет, содержащий результаты выполнения заданий лабораторной работы; студент анализирует результаты, полученные в ходе выполнения лабораторной работы, делает выводы.

До 8 баллов выставляется студенту, если работа выполнена самостоятельно, в целом правильно, но имеются некоторые неточности в выполнении заданий; представлен отчет, содержащий результаты выполнения заданий лабораторной работы; студент анализирует результаты, полученные в ходе выполнения лабораторной работы, делает выводы.

До 6 баллов выставляется студенту, если работа выполнена самостоятельно, в целом правильно, но имеются некоторые неточности в выполнении заданий или незначительные ошибки; представлен отчет, содержащий результаты выполнения заданий лабораторной работы; студент испытывает затруднения при проведении анализа результатов, полученных в ходе выполнения лабораторной работы, и формулировке выводов.

2-3 балла выставляется студенту, если студент не до конца справился с заданием, однако оформил отчет по результатам работы.

1-2 балла выставляется студенту, если студент не до конца справился с заданием, плохо оформил отчет по результатам работы.

0 баллов выставляется студенту, если студент не справился с заданием.

3. Критерии оценки знаний на зачете

Преподаватель в течение практических лабораторных работ проводит систематический контроль знаний студентов, ориентируясь на перечень вопросов для проведения зачета. Поэтому, если текущий рейтинг по дисциплине будет равен или превысит 55 баллов, студент может получить зачет по дисциплине без прохождения промежуточной аттестации.

Ответ на зачете оценивается от 20 (минимум) до 40 баллов (максимум). Зачетный тест содержит 10-15 заданий на 40 баллов. Студент, набравший менее 20 баллов, получает в итоге за зачет 0 баллов.

Примерный вариант теста на зачете

<p>Задание 1. (4 балла) Решить систему методом Гаусса.</p> $\begin{cases} 4x + 2y = 5 \\ x - 8y = -3 \end{cases}$	<p>Задание 2. (5 баллов) Решить систему методом простых итераций. (сделать 0,1,2 итерации)</p> $\begin{cases} 4x + 2y = 5 \\ x - 8y = -3 \end{cases}$																				
<p>Задание 3. (3 балла) Действительный корень уравнения $x^3+3x-2=0$ принадлежит интервалу: Варианты: 1) $(\frac{1}{2}, 1)$ 2) $(1, \frac{3}{2})$ 3) $(0, \frac{1}{2})$ 4) $(\frac{3}{2}, 2)$</p>	<p>Задание 4. (5 баллов) Отделить корни уравнения $x^3 - 15,3 = 0$ и сделать три итерации метода половинного деления для решения данного уравнения.</p>																				
<p>Задание 5. (3 балла) Найти значение функции $y = f(x)$, заданной таблично, в точке $x=3$ при помощи линейной интерполяции.</p> <table border="1" data-bbox="108 1877 794 1960"> <tbody> <tr> <td>x</td> <td>0</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>y</td> <td>-1</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table>	x	0	2	4	6	y	-1	2	1	3	<p>Задание 6. (3 балла) Найти первую и вторую производные функции $y = f(x)$, заданной таблично, в точке $x = 3$:</p> <table border="1" data-bbox="810 1877 1501 2000"> <tbody> <tr> <td>x</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>y</td> <td>1</td> <td>4</td> <td>9</td> <td>16</td> </tr> </tbody> </table>	x	1	2	3	4	y	1	4	9	16
x	0	2	4	6																	
y	-1	2	1	3																	
x	1	2	3	4																	
y	1	4	9	16																	

<p>Задание 7. (4 балла)</p> <p>Методом левых прямоугольников вычислить определенный интеграл $\int_{-2}^4 (x^2 + 1) dx$ взять $h = 2$</p>	<p>Задание 8. (4 балла)</p> <p>Методом трапеций вычислить определенный интеграл $\int_{-2}^4 (x^2 + 1) dx$ взять $h = 2$</p>																
<p>Задание 9. (5 баллов)</p> <p>График функции $y = f(x)$ проходит через все точки, заданные в таблице</p> <table border="1" data-bbox="108 515 660 600"> <tr> <td>x</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>y</td> <td>-1</td> <td>2</td> <td>1</td> </tr> </table> <p>Найти $f(1)$ при помощи интерполяционного многочлена Лагранжа.</p>	x	1	2	4	y	-1	2	1	<p>Задание 10. (4 балла) График функции $y = f(x)$ проходит через точки, заданные в таблице</p> <table border="1" data-bbox="813 474 1362 560"> <tr> <td>x</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>y</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>8</td> </tr> </table> <p>Тогда ее интерполяционный многочлен второго порядка равен: <i>Варианты ответа:</i></p> <p>1) $P(x) = x^2 - 2x + 5$ 2) $P(x) = x^2 - x + 4$ 3) $P(x) = x^2 - 4x + 7$ 4) $P(x) = x^2 - 3x + 6$</p>	x	1	2	3	y	4	5	8
x	1	2	4														
y	-1	2	1														
x	1	2	3														
y	4	5	8														

Шкала оценивания компетенций:

Оценка в 100-балльной шкале	Оценка в 5-ти балльной шкале	Уровень сформированности компетенций
0-54 баллов	неудовлетворительно (не зачтено)	недостаточный
55-69 баллов	удовлетворительно (зачтено)	базовый
70-85 баллов	хорошо (зачтено)	повышенный
86-100 баллов	отлично (зачтено)	

Приложение № 2 к рабочей программе дисциплины Численные методы

Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Численные методы» являются лекции, так как изучение численных алгоритмов требует знания определенного количества теоретического материала, причем в достаточно большом объеме.

Для успешного освоения дисциплины очень важно решение достаточно большого количества задач, как в аудитории, так и самостоятельно в качестве домашних заданий. В основном такими задачами являются лабораторные работы, а так же задачи тестового характера по материалу лекций. Примеры решения задач разбираются на лекциях и предлагаются на коллоквиумах. Для решения всех задач необходимо знать и понимать лекционный материал. Поэтому в процессе изучения дисциплины рекомендуется регулярное повторение пройденного лекционного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо дома еще раз прорабатывать и при необходимости дополнять информацией, полученной на консультациях, практических занятиях или из учебной литературы.

Для усвоения материала необходимо в течение всего курса выполнять задания для самостоятельной работы. Для проверки и контроля усвоения теоретического материала в течение обучения проводятся мероприятия текущей аттестации в виде письменных контрольных работ в обоих семестрах изучения дисциплины. Также проводятся консультации (при необходимости) по разбору заданий, которые вызвали затруднения.

В конце изучения дисциплины студенты сдают экзамен. Экзамен принимается в письменном виде и включает в себя, как теоретические вопросы, так и практические, связанные с написанием программ для лабораторных работ. На самостоятельную подготовку к экзамену выделяется 3 дня, во время подготовки к экзамену предусмотрена групповая консультация.

Освоить вопросы, излагаемые в процессе изучения дисциплины «Численные методы» самостоятельно студенту довольно сложно. Это связано со сложностью изучаемого материала и большим объемом курса. Поэтому посещение всех аудиторных занятий является совершенно необходимым. Без упорных и регулярных занятий в течение семестра сдать зачет и экзамен по итогам изучения дисциплины студенту практически невозможно.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

1. Волкова С.Б. «Численные методы». Учебное пособие. ЧГУ, Череповец, 2005.
2. Гайсина, Э.Х. Численные методы: учебное пособие для вузов. - Череповец: ГОУ ВПО ЧГУ, 2007. - 195 с. - Библиогр.: С.193. - ISBN 978-5-85341-303-0.
3. Кашинцева О.А. Высшая математика. Аппроксимация функций многочленами. Учебнометодическое пособие. / О.А. Кашинцева, Е.В. Соколова – г. Череповец: ЧГИИ. – 1995 г.– 18 с.

4. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» (www.biblioclub.ru) - электронная библиотека, обеспечивающая доступ к наиболее востребованным материалам-первоисточникам, учебной, научной и художественной литературе ведущих издательств (*регистрация в электронной библиотеке – только в сети университета. После регистрации работа с системой возможна с любой точки доступа в Internet.).

5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" (<http://window.edu.ru/library>).

Целью создания информационной системы "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" (ИС "Единое окно ") является обеспечение свободного доступа к интегральному каталогу образовательных интернет-ресурсов и к электронной библиотеке учебно-методических материалов для общего и профессионального образования.

Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" создана по заказу Федерального агентства по образованию в 2005-2008 гг. Главной разработчик проекта - Федеральное государственное автономное учреждение Государственный научно-исследовательский институт информационных технологий и телекоммуникаций (ФГАУ ГНИИ ИТТ "Информика") www.informika.ru.

ИС "Единое окно" объединяет в единое информационное пространство электронные ресурсы свободного доступа для всех уровней образования в России. Разделы этой системы:

- **Электронная библиотека** – является крупнейшим в российском сегменте Интернета хранилищем полнотекстовых версий учебных, учебно-методических и научных материалов с открытым доступом. Библиотека содержит более 30 000 материалов, источниками которых являются более трехсот российских вузов и других образовательных и научных учреждений. Основу наполнения библиотеки составляют электронные версии учебно-методических материалов, подготовленные в вузах, прошедшие рецензирование и рекомендованные к использованию советами факультетов, учебно-методическими комиссиями и другими вузовскими структурами, осуществляющими контроль учебно- методической деятельности.

- **Интегральный каталог образовательных интернет-ресурсов** содержит представленные в стандартизированной форме метаданные внешних ресурсов, а также содержит описания полнотекстовых публикаций электронной библиотеки. Общий объем каталога превышает 56 000 метаописаний (из них около 25 000 - внешние ресурсы). Расширенный поиск в "Каталоге" осуществляется по названию, автору, аннотации, ключевым словам с возможной фильтрацией по тематике, предмету, типу материала, уровню образования и аудитории.

- **Избранное.** В разделе представлены подборки наиболее содержательных и полезных, по мнению редакции, интернет-ресурсов для общего и профессионального образования.

- **Библиотеки вузов.** Раздел содержит подборки сайтов вузовских библиотек, электронных каталогов библиотек вузов и полнотекстовых электронных библиотек вузов.

Для самостоятельного подбора литературы в библиотеке ЯрГУ рекомендуется использовать:

1. Личный кабинет (http://lib.uni-yar.ac.ru/opac/bk_login.php) дает возможность получения on-line доступа к списку выданной в автоматизированном режиме литературы,

просмотра и копирования электронных версий изданий сотрудников университета (учеб. пособия, тексты лекций и т.д.) Для работы в «Личном кабинете» необходимо зайти на сайт Научной библиотеки ЯрГУ с любой точки, имеющей доступ в Internet, в пункт меню «Электронный каталог»; пройти процедуру авторизации, выбрав вкладку «Авторизация», и заполнить представленные поля информации.

2. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ

(http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php) содержит более 2500 полных текстов учебных и учебно-методических материалов по основным изучаемым дисциплинам, изданных в университете. Доступ в сети университета, либо по логину/паролю.

3. Электронная картотека «Книгообеспеченность»

(http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_bookreq_find.php) раскрывает учебный фонд научной библиотеки ЯрГУ, предоставляет оперативную информацию о состоянии книгообеспеченности дисциплин основной и дополнительной литературой, а также цикладисциплин и специальностей. Электронная картотека «Книгообеспеченность» доступна в сети университета и через Личный кабинет.