

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
 ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 (ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)

«УТВЕРЖДАЮ»
 Председатель Ученого совета
 Факультета информационных
 технологий и компьютерной
 безопасности
 Пасмурнов С.М. (подпись)
 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Вычислительные методы и программные системы

(наименование дисциплины по УП)

Закреплена за кафедрой: Систем автоматизированного проектирования и информационных систем

Направление подготовки (специальности):

09.03.02 Информационные системы и технологии

(код, наименование)

Профиль: Информационные системы и технологии

(название профиля по УП)

Часов по УП: 144; **Часов по РПД:** 144;

Часов по УП (без учета часов на экзамены): 144; **Часов по РПД:** 144;

Часов на самостоятельную работу по УП: 72 (50 %);

Часов на самостоятельную работу по РПД: 72 (50 %);

Общая трудоемкость в ЗЕТ: 4;

Виды контроля в семестрах: Экзамены - 0; Зачеты – 0; Зачеты с оценкой – 5; Курсовые проекты -0; Курсовые работы - 0.

Форма обучения: очная;

Срок обучения: нормативный.

Распределение часов дисциплины по семестрам

Вид занятий	№ семестров, число учебных недель в семестрах																		
	1/18		2/18		3/18		4/18		5/18		6/18		7/18		8/12		Итого		
	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	
Лекции									36	36								36	36
Лабораторные									36	36								36	36
Практические																			
Ауд. занятия									72	72								72	72
Сам. работа									72	72								72	72
Итого									144	144								144	144

Сведения о ФГОС, в соответствии с которым разработана рабочая программа дисциплины – 09.03.02 «Информационные системы и технологии», утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 12 марта 2015 № 219.

Программу составил: _____ д.т.н. Белецкая С.Ю.
(подпись, ученая степень, ФИО)

Рецензент (ы): _____
(подпись, ученая степень, ФИО)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании учебного плана подготовки бакалавров по направлению 09.03.02 Информационные системы и технологии, профиль Информационные системы и технологии

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры систем автоматизированного проектирования и информационных систем
протокол № 19 от 06.06 2016 г.

Зав. кафедрой САПРИС _____ Я.Е. Львович

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	<p>Цель освоения дисциплины – изучение основных классов задач вычислительной математики и методов их решения, формирование у студентов практических навыков решения прикладных математических задач в автоматизированном режиме с использованием современных инструментальных систем</p> <p>Изучение дисциплины должно способствовать формированию у студентов основ научного мышления, в том числе: пониманию принципов построения и анализа математических моделей, умению использовать аппарат вычислительной математики при решении задач автоматизированного проектирования и управления, умению разрабатывать и оценивать эффективность программного обеспечения для поиска оптимальных проектных решений на основе современных вычислительных методов.</p>
1.2	Для достижения цели ставятся задачи:
1.2.1	ознакомление студентов с основными направлениями развития вычислительной математики, ее базовыми разделами и классами решаемых задач;
1.2.2	освоение основных приемов сведения прикладных задач автоматизированного проектирования к задачам вычислительной математики;
1.2.3	изучение методов и алгоритмов численного решения задач линейной алгебры, аппроксимации функций, численного дифференцирования и интегрирования, решения обыкновенных и дифференциальных уравнений и систем, обработки экспериментальных данных.
1.2.4	овладение методикой оценки погрешности вычислений и эффективности используемых вычислительных методов
1.2.5	приобретение навыков программной реализации алгоритмов вычислительной математики и использования стандартного программного обеспечения для решения прикладных задач

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

код дисциплины в УП: Б1.В.ОД.5	
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося	
Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь базовую подготовку по математике, информатике, дискретной математике, программированию на языках высокого уровня, теории информационных процессов и систем	
2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее	
Б1.В.ОД.4	Теория принятия решений
Б1.В.ОД.16	Инфокоммуникационные системы и сети
Б1.В.ОД.14	Надёжность информационных систем
Б1.В.ДВ.2.1	Моделирование процессов и систем
Б1.В.ДВ.5.1	Управление бизнес-проектами
Б1.В.ОД.15	Проектирование интеллектуальных систем

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПК-2	Способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
ПК-25	Способностью использовать математические методы обработки, анализа и синтеза результатов профессиональных исследований

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

ОПК-2	
3.1	Знать:
3.1.1	Методы вычислительной математики, используемых при проектировании и эксплуатации информационных систем и их компонентов
3.2	Уметь:
3.2.1	Разрабатывать математические модели и алгоритмы для решения задач вычислительной математики
3.3	Владеть:
3.3.1	Навыками программной реализации вычислительных алгоритмов и использования стандартного программного обеспечения для решения прикладных задач
ПК-25	
3.1	Знать:
3.1.1	Принципы и этапы решения задач анализа и синтеза информационных систем на основе методов вычислительной математики
3.2	Уметь:
3.2.1	Решать прикладные задачи вычислительной математики в автоматизированном режиме с использованием современных программных систем
3.3	Владеть:
3.3.1	Навыками применения математических моделей и методов вычислительной математики в профессиональной деятельности

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ П./п	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Вид учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	Всего часов
1	Основные понятия вычислительной математики.	5	1	2		4	6	12
2	Погрешности вычислений.	5	2	2		2	6	10
3	Численные методы линейной алгебры.	5	3-5	6		4	8	18

4	Приближенные методы решения нелинейных уравнений и систем.	5	6-7	4		4	8	16
5	Аппроксимация функций.	5	8-9	4		4	4	12
6	Численное интегрирование.	5	10-11	4		2	6	12
7	Численное дифференцирование.	5	12	2		2	6	10
8	Приближенное решение обыкновенных дифференциальных уравнений и систем.	5	13-15	6		2	8	16
9	Численные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных.	5	16-17	4		2	6	12
10	Программные системы для решения задач вычислительной математики	5	18	2		10	14	26
Итого				36		36	72	144

4.1 Лекции

Неделя семестра	Тема и содержание лекции	Объем Часов	В том числе, в интерактивной форме (ИФ)
4 семестр		36	
1	<p>Основные понятия вычислительной математики. Место вычислительной математики в в системе математического образования. Использование элементов вычислительной математики в решении прикладных задач автоматизированного проектирования. Корректность и обусловленность вычислительной задачи. Понятие вычислительного алгоритма. Требования к вычислительным алгоритмам. Устойчивость и сложность вычислительных алгоритмов. Чувствительность вычислительных алгоритмов к ошибкам округления.</p>	2	
2	<p>Погрешности вычислений. Основные источники и классификация погрешностей результата численного решения задачи. Абсолютная и относительная погрешности. Погрешность арифметических операций над приближенными числами. Погрешность функции. Определение количества верных значащих цифр результата вычислений. Правила записи приближенных чисел и их округления.</p>	2	
3-5	<p>Численные методы линейной алгебры. Системы линейных уравнений. Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Метод Гаусса и Гаусса-Жордана. Метод Холецкого (метод квадратных корней). Метод прогонки. Использование метода Гаусса для вычисления определителей и нахождения обратных матриц. Метод Гаусса и разложение матрицы на множители. LU-разложение. Итерационные методы решения систем линейных уравнений. Метод простой итерации. Метод Зейделя.</p>	6	

	Условия сходимости и оценки погрешности методов. Приведение системы линейных уравнений к виду, удобному для итераций.		
6-7	<p>Приближенные методы решения нелинейных уравнений и систем.</p> <p>Постановка задачи решения нелинейных уравнений, основные этапы решения. Методы отделения корней. Методы бисекции, Ньютона, хорд, касательных, комбинированный метод. Метод простой итерации для решения нелинейных уравнений. Условия сходимости методов и оценка погрешностей.</p> <p>Постановка задачи и основные этапы решения систем нелинейных уравнений. Методы Ньютона и простой итерации для решения систем нелинейных уравнений. Условия сходимости методов и оценка погрешностей.</p>	4	
8-9	<p>Аппроксимация функций.</p> <p>Постановка задачи приближения функций. Аппроксимация и интерполяция. Интерполяция функций обобщенными многочленами. Интерполяционные многочлены Лагранжа и Ньютона, погрешности интерполяции. Минимизация оценки погрешности интерполяции. Многочлены Чебышева. Интерполяция сплайнами. Среднеквадратичное приближение функций при помощи тригонометрических многочленов. Равномерное и наилучшее равномерное приближение функций.</p> <p>Обработка экспериментальных данных и подбор эмпирических формул с использованием метода наименьших квадратов.</p>	4	
10-11	<p>Численное интегрирование.</p> <p>Постановка задачи численного интегрирование, геометрический смысл определенного интеграла, простые и составные квадратурные формулы численного интегрирования. Вычисление определенных интегралов с помощью формул прямоугольников, трапеций и Симпсона. Квадратурные формулы Гаусса. Погрешности численного интегрирования. Правило Рунге. Понятие об адаптивных процедурах численного интегрирования. Численное интегрирование с использованием метода Монте-Карло.</p>	4	
12	<p>Численное дифференцирование.</p> <p>Понятие численного дифференцирования. Простейшие формулы численного дифференцирования. Аппроксимация производных с использованием интерполяционных формул. Обусловленность формул численного дифференцирования.</p>	2	
13-15	<p>Приближенное решение обыкновенных дифференциальных уравнений и систем.</p> <p>Задача Коши для дифференциального уравнения первого порядка. Решение дифференциальных уравнений с помощью степенных рядов. Особенности задач приближенного решения дифференциальных уравнений. Явный и неявный метод Эйлера. Метод Рунге-Кутты. Оценка погрешностей методов и выбор шага.</p>	6	

	<p>Линейные многошаговые методы решения дифференциальных уравнений. Методы Адамса-Башфорта, Адамса-Моултона, прогноза и коррекции.</p> <p>Решение задачи Коши для систем обыкновенных дифференциальных уравнений и дифференциальных уравнений m-го порядка.</p> <p>Двухточечные краевые задачи. Постановка задачи и геометрический смысл. Методы конечных разностей для решения двухточечных краевых задач.</p>		
16-17	<p>Численные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных.</p> <p>Примеры и типы уравнений. Основные понятия метода сеток. Задача Дирихле для уравнения Лапласа.</p> <p>Явные и неявные разностные схемы.</p> <p>Решение дифференциальных уравнений в частных производных с помощью построения разностных схем. Аппроксимация, устойчивость, сходимость. Метод конечных элементов и его прикладные аспекты</p>	4	
18	<p>Программные системы для решения задач вычислительной математики</p> <p>Математическое обеспечение ЭВМ, типы прикладных программных систем, их структура. Состав и функциональные возможности систем. Особенности и сравнительный анализ систем MATHCAD, MATLAB, MAPLE</p>	2	
Итого часов		36	

4.2 Лабораторные работы

Неделя семестра	Наименование лабораторной работы	Объем часов	В том числе в интерактивной форме (ИФ)	Виды контроля
5 семестр				
		36		
24	Изучение основных возможностей и принципов функционирования системы Mathcad. Решение задач элементарной математики в Mathcad	4		отчет
	Программирование в Mathcad	4		отчёт
28	Решение задач линейной алгебры	4		отчет
30	Решение нелинейных уравнений и систем	4		отчет
32	Аппроксимация и интерполяция функций	4		отчет
34,36	Решение задач математического анализа	4		отчет
	Изучение системы MATLAB	4		Отчет
	Решение задач вычислительной математики средствами MATLAB	8		Отчет
Итого часов		36		

4.3 Самостоятельная работа студента (СРС)

Неделя семестра	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
5 семестр			72
1-2	Подготовка к выполнению лаб. работы	Защита	2
	Перспективы развития методов и средств вычислительной математики в свете новых информационных технологий	Опрос по темам для самостоятельного изучения	5
3-4	Корректность и обусловленность вычислительной задачи. Понятие вычислительного алгоритма. Требования к вычислительным алгоритмам. Устойчивость и сложность вычислительных алгоритмов. Чувствительность вычислительных алгоритмов к ошибкам округления	Опрос по темам для самостоятельного изучения	5
	Подготовка к лабораторной работе	Защита	2
5-6	Подготовка к выполнению лаб. работы	Защита	2
	Применение методов вычислительной математики для решения задач анализа информационных систем и их компонентов	Опрос по темам для самостоятельного изучения	5
7-8	Анализ возможностей современных систем компьютерной математики	Опрос по темам для самостоятельного изучения	5
	Подготовка к выполнению лабораторной работы	Защита	2
9-10	Использование методов вычислительной математики для решения задач структурного и параметрического синтеза информационных систем	Опрос по темам для самостоятельного изучения	9
	Подготовка к выполнению лабораторной работы	Защита	2
11-12	Этапы разработки вычислительных алгоритмов	Опрос по темам для самостоятельного изучения	5
	Подготовка к выполнению лабораторной работы	Защита	2
13-14	Принципы разработки программного обеспечения для решения задач вычислительной математики	Опрос по темам для самостоятельного изучения	10
	Подготовка к выполнению лабораторной работы	Защита	2
15-16	Подготовка к выполнению лабораторной работы	Защита	2
	Методы интерпретации и обработки результатов вычислительного эксперимента	Опрос по темам для самостоятельного изучения	5
17-18	Подготовка к выполнению лабораторной работы	Защита	2

	Методы оценки эффективности и вычислительной сложности алгоритмов	Опрос по темам для самостоятельного изучения	5
Итого часов			72

Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Система университетского образования предполагает рациональное сочетание таких видов учебной деятельности, как лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа студентов, а также контроль полученных знаний.

- Лекции представляет собой систематическое, последовательное изложение учебного материала. Это – одна из важнейших форм учебного процесса и один из основных методов преподавания в вузе. На лекциях от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. В качестве ценного совета рекомендуется записывать не каждое слово лектора (иначе можно потерять мысль и начать писать автоматически, не вникая в смысл), а постараться понять основную мысль лектора, а затем записать, используя понятные сокращения.

- Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных работ для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, проработать дополнительную литературу и источники. - Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:

- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;

- работа над темами для самостоятельного изучения;

- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;

- подготовка к зачетам и экзаменам.

Кроме базовых учебников рекомендуется самостоятельно использовать имеющиеся в библиотеке учебно-методические пособия. Независимо от вида учебника, работа с ним должна происходить в течение всего семестра. Эффективнее работать с учебником не после, а перед лекцией.

При ознакомлении с каким-либо разделом рекомендуется прочитать его целиком, стараясь уловить общую логику изложения темы. Можно составить их краткий конспект.

Степень усвоения материала проверяется следующими видами контроля:

- текущий (опрос, контрольные работы);

- защита лабораторных работ;

- промежуточный (курсовая проект, экзамен).

Зачёт – форма итоговой проверки знаний студентов.

Для успешной сдачи зачёта необходимо выполнить следующие рекомендации – готовиться к зачёту следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до зачёта. Данные перед зачётом три-четыре дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

	В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:
5.1	Информационные лекции; - лекция с заранее запланированными ошибками;

	- проблемная лекция
5.2	лабораторные работы: <ul style="list-style-type: none"> – выполнение лабораторных работ в соответствии с индивидуальным графиком, – защита выполненных работ; – компьютерное моделирование и практический анализ результатов; – работа в команде
5.3	самостоятельная работа студентов: <ul style="list-style-type: none"> – изучение теоретического материала, – подготовка к лекциям и лабораторным работам – работа с учебно-методической литературой, – оформление конспектов лекций, отчётов по лабораторным работам – подготовка к текущему контролю успеваемости и к экзамену; – выполнение курсовой работы, оформление пояснительной записки
5.4	консультации по всем вопросам учебной программы.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

6.1	Контрольные вопросы и задания
6.1.1	Используемые формы текущего контроля: <ul style="list-style-type: none"> – тестирование; – опрос по темам для самостоятельного изучения – защита лабораторных работ
6.1.2	Рабочая программа дисциплины обеспечена фондом оценочных средств для проведения текущего контроля знаний. Фонд включает задания для промежуточного контроля, вопросы к экзамену. Фонд оценочных средств представлен в учебно – методическом комплексе дисциплины.

6.2. Формы текущего контроля

Раздел дисциплины	Объект контроля	Форма контроля	Метод контроля	Срок выполнения
5 семестр				
Погрешности вычислений.	Знание основных классов погрешностей и методов оценки погрешностей вычислений	Лабораторная работа, опрос по темам для самостоятельного изучения	Защита лабораторной работы, устный опрос	2 неделя
Численные методы линейной алгебры.	Знание моделей и методов линейной алгебры, умение решать задачи линейной алгебры с использованием вычислительных методов и современного	Лабораторная работа, опрос по темам для самостоятельного изучения	Защита лабораторной работы, устный опрос	4-5 неделя

	программного обеспечения			
Приближенные методы решения нелинейных уравнений и систем.	Знание приближённых методов решения нелинейных уравнений и систем, умение решать нелинейные уравнения и системы в автоматизированном режиме	Лабораторная работа, опрос по темам для самостоятельного изучения	Защита лабораторной работы, устный опрос	6-7 неделя
Аппроксимация функций.	Знание методов аппроксимации экспериментальных данных, умение строить интерполяционные аппроксимирующие многочлены	Лабораторная работа, опрос по темам для самостоятельного изучения	Защита лабораторной работы, устный опрос	8-9 неделя
Численное интегрирование.	Знание методов численного интегрирования и технологии интегрирования с использованием систем компьютерной математики	Лабораторная работа, опрос по темам для самостоятельного изучения	Защита лабораторной работы, устный опрос	10 неделя
Численное дифференцирование.	Знание методов численного дифференцирования и технологии интегрирования с использованием систем компьютерной математики	Лабораторная работа, опрос по темам для самостоятельного изучения	Защита лабораторной работы, устный опрос	12 неделя
Приближенное решение обыкновенных дифференциальных уравнений и систем.	Знание приближённых методов решения нелинейных уравнений и систем, умение решать нелинейные уравнения и системы в автоматизированном режиме	Лабораторная работа, опрос по темам для самостоятельного изучения	Защита лабораторной работы, устный опрос	14 неделя
Численные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных.	Знание эволюционного подхода к формированию оптимизационных	Лабораторная работа, опрос по темам для самостоятельного изучения	Защита лабораторной работы, устный опрос	18 неделя

	процедур, эволюционно-генетических методов			
Программные системы для решения задач вычислительной математики	Знание принципов построения систем компьютерной математики, умение использовать стандартное программное обеспечение для решения прикладных задач	Лабораторная работа, опрос по темам для самостоятельного изучения	Защита лабораторной работы, устный опрос	В течение семестра
Промежуточный контроль		Тестирование		15 неделя
Итоговый контроль				
Зачёт с оценкой			Устный	18 неделя

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1 Рекомендуемая литература				
№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Годы издания. Вид издания	Обеспеченность
7.1.1. Основная литература				
7.1.1.1	Бахвалов Н.С.	Численные методы: Учеб. Пособие. – М.: Бином, 2008. – 636 с.	2009 печат.	0,5
7.1.1.2	Марчук Г.И.	Методы вычислительной математики: Учеб. Пособие. – СПб.: Лань. - 2009. 508 с.	2009 печат.	0,5
7.1.1.3	Турчак Л.И.	Основы численных методов: Учеб. Пособие. – М.: Физматлит, 2005. – 304 с. .	2005 печат.	0,5
7.1.2. Дополнительная литература				
7.1.2.1	Пирумов У.Г.	Численные методы: Учеб. пособие. – М.: Дрофа, 2003. – 224 с.	2003 печат.	2,21
7.1.2.2	Белецкая С.Ю.	Основы работы в системе Mathcad: Учеб. пособие. – Воронеж, ВГТУ, 2006. – 109 с.	2006 печ	0,5
7.1.2.3	Киреев А.В.	Численные методы в примерах и задачах: Учеб. пособие.– М.: Высш. шк., 2004. – 480 с.	2004 печат.	0,5
7.1.2.4	Катрахова А.А.	Основы численных методов: : Учеб. пособие. – Воронеж, ВГТУ, 2007. – 95 с. 2002. – 743 с.	2007 печат.	0,5
7.1.2.5	Формалев В.Ф.	Численные методы: Учеб. пособие. – М.: Физматлит, 2004. – 2004 с.	2004 печат	0,5
7.1.3 Методические разработки				
7.1.3.1	Белецкая С.Ю.	Автоматизация решения задач вычислительной математики средствами Mathcad: учеб. пособие. – Воронеж, ВГТУ, 2006. – 112 с.	2006 печат.	0,5

7.1.3.2	Минаева Ю.В.	Основы работы с пакетом Mathcad: методические указания к лабораторным работам	2009 печат	
7.1.3.3	Белецкая С.Ю.	Математическая система Matlab: методич. указания к лабораторным работам для студентов направлений 230100 – Информатика и вычислительная техника, 230400 – Информационные системы и технологии	2015 электрон	1
7.1.3.4	Белецкая С.Ю.	Решение задач вычислительной математики средствами Matlab: методич. указания к лабораторным работам для студентов направлений 230100 – Информатика и вычислительная техника, 230400 – Информационные системы и технологии	2015 электрон	1
7.1.4 Программное обеспечение и интернет ресурсы				
7.1.4.1	http://www.e.lanbook.com//			
7.1.4.2	http://bigor.bmstu.ru/			
7.1.4.3	Компьютерные лабораторные работы: - Mathcad - Matlab			

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1	Специализированная лекционная аудитория , оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой
8.2	Дисплейный класс , оснащенный компьютерными программами для выполнения лабораторных работ и самостоятельной работы студентов