

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									18	18							18	18
Лабораторные									36	36							36	36
Практические																		
Ауд. занятия									54	54							54	54
Сам. работа									90	90							90	90
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) *к.ф.-и.н. Щелкова А.Н.*

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

Зав. кафедрой САПРИС _____ Я.Е. Львович

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	<p>Цель освоения дисциплины – изучение основных классов задач системного анализа и методов их решения, овладение типовыми приемами построения математических моделей прикладных задач системного анализа в информационных системах, получение практических навыков разработки и использования программного обеспечения для поиска оптимальных проектных решений.</p> <p>Изучение дисциплины должно способствовать формированию у студентов основ научного мышления, в том числе: пониманию принципов построения и анализа математических моделей, умению использовать методы анализа и оптимизации 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	Изучение основных классов задач системного анализа
1.2.2	Освоение основных приемов построения и типизации математических оптимизационных моделей в прикладных областях
1.2.3	Изучение методов поиска оптимальных решений, использующихся при проектировании и эксплуатации информационных систем и их компонентов
1.2.4	Приобретение навыков рационального выбора оптимизационных процедур в соответствии с особенностями решаемых задач
1.2.5	Овладение методикой организации оптимизационного процесса и оценки качества полученных проектных решений
1.2.6	Приобретение навыков программной реализации алгоритмов анализа и оптимизации, а также использования стандартного программного обеспечения для решения практических задач

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Цикл (раздел) ООП: Б1	код дисциплины в УП: Б1.В.ДВ.2.2
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	
	Теория принятия решений
	Инфокоммуникационные системы и сети
	Надёжность информационных систем
	Моделирование процессов и систем
	Управление бизнес-проектами
	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-24	способность обосновывать правильность выбранной модели, сопоставляя результаты экспериментальных данных и полученных решений
ПК-25	способность использовать математические методы обработки, анализа и синтеза результатов профессиональных исследований

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

ОПК-2	
3.1	Знать:
3.1.1	Основные классы задач системного анализа, методы и алгоритмы решения задач системного анализа
3.2	Уметь:
3.2.1	Разрабатывать математические модели и алгоритмы для решения задач системного анализа различных классов
3.3	Владеть:
3.3.1	Приёмами построения математических моделей и алгоритмов для решения прикладных задач системного анализа и оптимизации в информационных системах
ПК-24	
3.1	Знать:
3.1.1	Основные приемы построения и типизации оптимизационных моделей
3.2	Уметь:
3.2.1	Определять области применения различных методов системного анализа и оптимизации, интерпретировать результаты вычислений и оценивать качество полученных проектных решений
3.3	Владеть:
3.3.1	Навыками программной реализации алгоритмов системного анализа и использования стандартного программного обеспечения для решения прикладных задач
ПК-25	
3.1	Знать:
3.1.1	Этапы решения задач параметрического и структурного синтеза информационных систем на основе современных методов оптимизации
3.2	Уметь:
3.2.1	Решать прикладные задачи оптимизации в автоматизированном режиме с использованием современных программных систем
3.3	Владеть:
3.3.1	Навыками применения математических моделей и методов системного анализа и оптимизации при проектировании и эксплуатации информационных систем

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	Системный анализ как методологическая основа принятия решений	5	1	1		1	9	11
2	Системы, их классификация и закономерности функционирования и развития	5	1	1			5	6
3	Методология системного исследования	5	3	1		2	5	8
4	Постановка и формализация задач поиска оптимальных решений	5	3	1		4	7	12
5	Решение задач линейной оптимизации	5	5	2		8	12	22
6	Нелинейная оптимизация	5	7-9	4		5	10	19
7	Методы решения задач дискретной оптимизации	5	11	2		4	10	16
8	Эволюционные методы оптимизации	5	13	2		4	8	14
9	Задачи динамического программирования	5	15	1		2	5	8
10	Основные подходы к решению задач многокритериальной оптимизации	5	15-17	3		4	17	24
11	Элементы теории игр	5	18	1		2	1	4
Итого				18		36	90	144

4.1 Лекции

Неделя семестра	Тема и содержание лекции	Объем Часов	В том числе, в интерактивной форме (ИФ)
5 семестр		18	
1	Системный анализ как методологическая основа принятия решений Предмет системного анализа. Основные определения. Круг задач системного анализа. Принципы системного подхода к исследованию сложных объектов и процессов. Системный подход как сочетание комплексного анализа, системного моделирования, принятия решений и системного управления. Аппарат исследования системных задач. История развития системного анализа.	1	
1	Системы, их классификация и закономерности функционирования и развития Понятие системы. Характерные признаки системы. Свойства систем. Классификация систем. Информационное	1	

	взаимодействие как фактор классификации систем. Классификация систем по уровню сложности. Естественные и искусственные системы. Открытые и закрытые системы. Большие (малые) и сложные (простые) системы. Технические, организационно-технические и социальные системы. Информационно-управляющие системы. Общие закономерности функционирования и развития систем.		
3	<p>Методология системного исследования</p> <p>Основные этапы системного анализа: постановка проблемы, выявление целей, порождение альтернатив решения, выбор наилучшего решения, реализация выбранной альтернативы.</p> <p>Процедуры анализа и синтеза в теории информационных систем. Декомпозиция и агрегирование как процедуры системного анализа. Формализуемые и неформализуемые аспекты моделирования информационных систем. Виды и процедуры агрегирования. Концептуализация как неформализуемый этап системного анализа. Формулирование (выявление) проблемы. Выявление структуры целей и построение дерева целей. Формирование критериев и оценок. Постановка задачи как переход к формализуемым этапам системного анализа. Сопровождение решения.</p>	1	
3	<p>Постановка и формализация задач поиска оптимальных решений</p> <p>Постановка задач оптимального выбора. Виды критериев оптимальности. Классификация задач оптимизации и методов их решения. Понятие сходимости алгоритмов и эффективности решения. Обобщенная схема процесса поиска оптимальных решений. Процедуры анализа, синтеза, принятия решений, их взаимосвязь. Основные факторы, влияющие на эффективность оптимизационного процесса.</p>	1	
5	<p>Решение задач линейной оптимизации</p> <p>Постановка задачи линейной оптимизации. Формы записи задач линейной оптимизации и их эквивалентность. Прикладные задачи линейной оптимизации в ИС. Построение моделей прикладных задач. Симплекс-метод решения задач линейного программирования. Метод искусственного базиса. Матричная форма симплекс-метода.</p> <p>Параметрические задачи линейного программирования и их решение. Задачи дробно-линейного программирования. Основные приемы сведения задач дробно-линейного программирования к типовым моделям линейной оптимизации. Задачи линейного программирования транспортного типа и их прикладные аспекты. Решение транспортных задач методом потенциалов.</p> <p>Двойственность в линейном программировании. Основные приемы построения двойственных задач. Основные теоремы двойственности. Интерпретация двойственных задач. Связь между решениями прямой и двойственной задач. Двойственный симплекс-метод.</p>	2	
7-9	Нелинейная оптимизация	3	

	<p>Постановка и особенности задач нелинейной оптимизации. Условия оптимальности для задач нелинейной оптимизации. Основные подходы к решению задач нелинейной оптимизации с ограничениями. Сведение задач с ограничениями к задачам безусловной оптимизации. Метод штрафных функций. Внутренние и внешние штрафные функции.</p> <p>Принципы построения и классификация методов безусловной нелинейной оптимизации. Поисковые методы оптимального выбора. Методы покоординатной оптимизации. Метод переменного многогранника Нелдера-Мида и его модификации. Методы случайного поиска.</p> <p>Градиентные методы оптимизации и их интерпретация. Градиентный метод с переменным шагом. Метод наискорейшего спуска. Метод сопряженных градиентов. Метод проекции градиента для решения задач с ограничениями.</p> <p>Методы оптимизации второго порядка. Метод Ньютона и его модификации. Квазиньютоновские методы оптимизации. Прикладные задачи нелинейной оптимизации в ИС. Задачи параметрического синтеза.</p>		
11	<p>Методы решения задач дискретной оптимизации</p> <p>Постановка задач дискретной оптимизации, основные приемы преобразования моделей. Классификация задач. Понятие о комбинаторных задачах. NP-полные задачи.</p> <p>Примеры прикладных задач дискретной оптимизации. Задача коммивояжера, задачи о ранце, о покрытии, о назначениях, их прикладные аспекты. Дискретные задачи теории расписаний. Использование дискретных моделей для решения задач структурного синтеза.</p> <p>Классификация основных методов решения задач дискретной оптимизации. Метод Гомори для решения полностью целочисленных и частично целочисленных задач. Метод ветвей и границ.</p>	2	
13	<p>Эволюционные методы оптимизации.</p> <p>Эволюционный подход к формированию алгоритмов оптимизации. Краткий обзор эволюционных методов. Принципы построения генетических алгоритмов поиска оптимальных решений. Прикладные аспекты генетических алгоритмов.</p> <p>Типовая схема генетического алгоритма. Стратегии реализации основных этапов генетических алгоритмов. Примеры использования генетических алгоритмов для решения задач оптимизации в ИС.</p>	2	
15	<p>Задачи динамического программирования</p> <p>Общая характеристика задач динамического программирования. Принцип оптимальности Беллмана. Нахождение решения задач распределения ресурсов методом динамического программирования.</p>	1	
15-17	<p>Основные подходы к решению задач многокритериальной оптимизации</p>	3	

	<p>Формализация и особенности задач многокритериальной оптимизации. Классификация задач многокритериальной оптимизации. Условия эффективности для задач многокритериальной оптимизации. Множество Парето. Решения, оптимальные по Парето.</p> <p>Подходы к определению оптимально-компромиссного решения в задачах многокритериальной оптимизации. Свертка частных критериев в обобщенный показатель. Аддитивный, мультипликативный, среднестепенной критерии оптимальности. Способы определения весовых коэффициентов критериев при формировании обобщенного критерия оптимальности.</p> <p>Определение оптимально-компромиссного решения на основе специальным образом сформулированных задач скалярной оптимизации. Метод главного критерия. Лексикографические методы. Метод последовательных уступок. Метод гарантированного результата. Человеко-машинные процедуры принятия решений.</p>		
18	<p>Элементы теории игр</p> <p>Игровые задачи принятия решений, их классификация и прикладные аспекты. Основные подходы к решению задач теории игр. Преобразование задач теории игр к задачам линейного программирования. Использование аппарата теории игр для принятия решений в ИС.</p>	1	
Итого часов		18	

4.2 Лабораторные работы

Неделя семестра	Наименование лабораторной работы	Объем часов	В том числе в интерактивной форме (ИФ)	Виды контроля
5 семестр				
		36		
2	Изучение методов одномерного унимодального поиска	4		отчет
4	Решение задач линейной оптимизации с использованием средств EXCEL	4		Отчет
6	Решение задач дискретной оптимизации	4		Отчет
8	Решение задач нелинейной и многокритериальной оптимизации средствами EXCEL	4		Отчет
10	Изучение системы MATLAB	4		Отчет
12,14	Решение задач оптимизации средствами MATLAB	8		Отчет
16	Применение системы MATLAB для решения задач многокритериальной оптимизации	4		Отчет

18	Поиск оптимальных решений на основе генетических алгоритмов	4		Отчет
Итого часов		36		

4.3 Самостоятельная работа студента (СРС)

Неделя семестра	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
5 семестр			90
1	Подготовка к выполнению лабораторной работы	Защита	2
	Перспективы развития методов и средств системного анализа в свете новых информационных технологий	Опрос по темам для самостоятельного изучения	4
2	Модели структурной и параметрической оптимизации при проектировании информационных систем	Опрос по темам для самостоятельного изучения	6
3	Сбор материалов для курсовой работы	Проверка конспекта	4
	Подготовка к выполнению лабораторной работы	Защита	2
4	Методы оценки эффективности оптимизационного процесса и вычислительной сложности алгоритмов	Опрос по темам для самостоятельного изучения	2
5	Адаптивные методы и алгоритмы оптимизации	Опрос по темам для самостоятельного изучения	6
6,7	Подготовка к выполнению лаб. работы	Защита	2
	Выполнение курсовой работы	Проверка конспекта	4
8	Принципы и этапы разработки вычислительных алгоритмов для решения задач оптимизации	Опрос по темам для самостоятельного изучения	4
9	Выполнение курсовой работы	Проверка конспекта	2
	Подготовка к выполнению лабораторной работы	Защита	2
10	Основные подходы к решению слабоформализованных задач оптимизации	Опрос по темам для самостоятельного изучения	6
11,12	Качественные методы принятия решений	Опрос по темам для самостоятельного изучения	4
	Подготовка к выполнению лабораторной работы	Защита	2
13	Генетические алгоритмы многокритериальной оптимизации	Опрос по темам для самостоятельного изучения	6
	Выполнение курсовой работы	Проверка конспекта	2
	Подготовка к выполнению лабораторной работы	Защита	2
14	Нечеткие модели оптимизации и принятия решений	Опрос по темам для самостоятельного изучения	6
	Выполнение курсовой работы	Проверка программы	2

15	Построение гибридных алгоритмов оптимизации и многометодных стратегий поиска оптимальных решений	Опрос по темам для самостоятельного изучения	7
	Подготовка к выполнению лабораторной работы	Защита	2
16	Анализ возможностей современных программных систем оптимизации	Опрос по темам для самостоятельного изучения	7
17,18	Подготовка к выполнению лабораторной работы	Защита	2
	Выполнение курсовой работы и подготовка к защите	Защита курсовой работы	2
Итого часов			90

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).

Экзамен – форма итоговой проверки знаний студентов.

Для успешной сдачи экзамена необходимо выполнить следующие рекомендации – готовиться к экзамену следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до экзамена. Данные перед

экзаменом 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; <ul style="list-style-type: none"> - 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;
5.3	самостоятельная работа студентов: <ul style="list-style-type: none"> – изучение теоретического материала, – подготовка к лекциям, практическим занятиям, курсовое проектирование – работа с учебно-методической литературой, – оформление конспектов лекций, подготовка и оформление курсовой работы – подготовка к текущему контролю успеваемости и к экзамену;
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; – контрольная работа – опрос по темам для самостоятельного изучения – защита лабораторных работ – защита курсовой работы.
6.1.2	Рабочая программа дисциплины обеспечена фондом оценочных средств для проведения текущего контроля знаний. Фонд включает задания для промежуточного контроля (тесты, задания для контрольных работ), темы курсовых работ, 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				
Решение задач линейной оптимизации	Знание моделей и методов линейной оптимизации, умение решать задачи линейной оптимизации в автоматизированном режиме	Лабораторная работа	Защита лабораторной работы	5 неделя
		Тестирование	Тест	5 неделя

Методы решения задач дискретной оптимизации	Знание прикладных моделей дискретной оптимизации в ИС, методов дискретной оптимизации, умение решать задачи дискретной оптимизации с использованием современных инструментальных средств	Лабораторная работа	Защита лабораторной работы	11 неделя
		Тестирование	Тест	11 неделя
Нелинейная оптимизация	Знание моделей и методов нелинейной оптимизации, умение использовать их при решении практических задач	Лабораторная работа	Защита лабораторной работы	7 неделя
		Тестирование	Тест	9 неделя
Задачи динамического программирования	Знание методов динамического программирования и их прикладных аспектов	Устный опрос	Устный опрос	15 неделя
Элементы теории игр	Знание основных подходов к решению теоретико-игровых задач принятия решений	Устный опрос	Устный опрос	18 неделя
Основные подходы к решению задач многокритериальной оптимизации	Знание основных подходов к решению задач многокритериальной оптимизации, умение решать прикладные задачи многокритериальной оптимизации в автоматизированном режиме	Лабораторная работа	Защита лабораторной работы	17 неделя
Эволюционные методы оптимизации	Знание эволюционного подхода к формированию оптимизационных процедур, эволюционно-генетических методов	Лабораторная работа	Защита лабораторной работы	17 неделя
Программные средства поиска оптимальных решений	Знание принципов построения программных комплексов поиска оптимальных решений, умение использовать стандартное программное обеспечение для решения прикладных задач	Лабораторные работы	Защита лабораторных работ	В течение семестра

Промежуточный контроль	Контрольная работа		11 неделя
Итоговый контроль			
Защита курсовой работы	Устный		40 неделя
Экзамен	Устный		Экзаменационная сессия

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	Белецкая С.Ю.	Математические методы поиска оптимальных решений: Учеб. пособие. – Воронеж: ВГТУ, 2008. – 201 с.	2008 печат.	0,5
7.1.2.2	Пантелеев А.В.	Методы оптимизации в примерах и задачах: Учеб. пособие. М.: Высш. шк, 2005. – 544 с.	2005 печат.	0,5
7.1.1.3	Корненко В.П.	Методы оптимизации: Учеб. пособие. М.: Высш. шк, 2007. – 544 с.	2007 печат.	0,5
7.1.2. Дополнительная литература				
7.1.2.1	Белецкая С.Ю.	Модели и методы оптимизации: Учеб. пособие. – Воронеж: ВГТУ, 2007. – 179 с.	2007 печат.	0,5
7.1.2.2	Волкова В.Н.	Системный анализ и принятие решений: Учеб. пособие.– М.: Высш. шк., 2004. – 616 с.	2004 печат.	0,5
7.1.2.3	Батищев Д.И. Львович Я.Е. Фролов В.Н.	Оптимизация в САПР: Учебник. – Воронеж: ВГУ, 1997. – 416 с.	1997 печат.	0,5
7.1.2.4	Рыков А.С.	Модели и методы системного анализа: принятие решений и оптимизация: Учеб. Пособие. – М., 2005. – 352 с.	2005 печат	0,5
7.1.3 Методические разработки				
7.1.3.1	Белецкая С.Ю.	Технология автоматизированного решения задач оптимизации: Учеб. пособие. – Воронеж: ВГТУ, 2009. – 160 с.	2009 печат.	0,5
7.1.3.2	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
7.1.3.3	Белецкая С.Ю.	Решение задач оптимизации средствами Matlab: методич. указания к лабораторным работам для студентов направлений 230100 – Информатика и вычислительная техника, 230400 – Информационные системы и технологии	2015 электрон	1

7.1.3.4	Белецкая С.Ю.	Решение оптимизационных задач в Matlab с использованием генетических алгоритмов: методич. указания к лабораторным работам для студентов направлений 230100 – Информатика и вычислительная техника, 230400 – Информационные системы и технологии	2015 электрон	1
7.1.3.5	Белецкая С.Ю.	Автоматизация решения задач вычислительной математики средствами Mathcad: учеб. пособие. – Воронеж, ВГТУ, 2006. – 112 с.	2006 печат.	0,5
7.1.3.6	Белецкая С.Ю.	Методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине “Методы оптимизации в информационных системах” для студентов направления “Информационных 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/			
7.1.3.2	Компьютерные лабораторные работы: - EXCEL – 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, курсовой работы и самостоятельной работы студентов