

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)
 30.08. 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Оптимизация в системах автоматизированного проектирования
 (наименование дисциплины по УП)

Закреплена за кафедрой: Систем автоматизированного проектирования и информационных систем

Направление подготовки (специальности):

09.03.01 Информатика и вычислительная техника

(код, наименование)

Профиль: Системы автоматизированного проектирования

(название профиля по УП)

Часов по УП: 216; **Часов по РПД:** 216;

Часов по УП (без учета часов на экзамены): 180; **Часов по РПД:** 180;

Часов на самостоятельную работу по УП: 126 (58 %);

Часов на самостоятельную работу по РПД: 126 (58 %);

Общая трудоемкость в ЗЕТ: 5;

Виды контроля в семестрах: Экзамены – 6; Зачеты – 0; Зачеты с оценкой – 0; Курсовые проекты -0; Курсовые работы - 6.

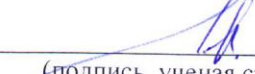
Форма обучения: очная;


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											18	18					18	18
Лабораторные											36	36					36	36
Практические																		
Ауд. занятия											54	54					54	54
Сам. работа											126	126					126	126
Итого											180	180					180	180

Сведения о ФГОС, в соответствии с которым разработана рабочая программа дисциплины – 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника», утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12.01.2016 № 5.

Программу составил: _____  г.т.ч. Львович Я.Е.
(подпись, ученая степень, ФИО)

Рецензент (ы): _____  д.т.н. Олгонова Т.М.
(подпись, ученая степень, ФИО)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании учебного плана подготовки бакалавров по направлению 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, профиль Системы автоматизированного проектирования

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры систем автоматизированного проектирования и информационных систем

Зав. кафедрой САПРИС _____  Я.Е. Львович

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Цель изучения дисциплины – Целью преподавания дисциплины «Оптимизация в системах автоматизированного проектирования» является изучение методов, моделей алгоритмических и программных средств оптимизации объектов проектирования и их приложений для принятия оптимальных проектных решений в САПР
1.2	Для достижения цели ставятся задачи:
1.2.1	изучение роли и места методов оптимизации в системах автоматизированного проектирования
1.2.2	изучение подходов к формализованной постановке задач оптимального проектирования
1.2.3	изучение процедур построения моделей объектов оптимального проектирования
1.2.4	изучение методов и алгоритмов решения основных классов задач оптимизации

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.В	код дисциплины в УП: Б1.В.ДВ.1.1
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося	
Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь базовую подготовку по информатике, математике, математической логике и теории алгоритмов, вычислительной математике, теории вероятностей и математической статистике	
2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее	
	Проектирование автоматизированных систем управления
	Автоматизация проектирования аналоговых и цифровых устройств обработки сигнала
	Автоматизация конструкторского и технологического проектирования микро и nano систем

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПВК-4	способностью осуществлять формализованную постановку и решение задач оптимального проектирования
ПВК-6	способностью разрабатывать компоненты проблемно-ориентированного математического обеспечения в САПР

В результате освоения дисциплины обучающейся должен

ПВК-4	
3.1	Знать:
3.1.1	приемы формализованной постановки задач оптимального проектирования
3.2	Уметь:
3.2.1	выбирать наиболее приемлемые алгоритмы решения задач оптимального проектирования
3.3	Владеть:

3.3.1	навыками разработки моделей и алгоритмических средств оптимизации
ПВК-6	
3.1	Знать:
3.1.1	методы и алгоритмы линейного, нелинейного и дискретного программирования
3.2	Уметь:
3.2.1	использовать типовые программные средства и разрабатывать проблемно-ориентированные для решения оптимизационных задач
3.3	Владеть:
3.3.2	методикой интеграции процедур численной оптимизации в программное обеспечение САПР

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
6 семестр								
1	Интеграции методов оптимизации в структуру САПР		1-2	2		4	8	14
2	Математическое описание объектов оптимального проектирования		3-4	2		4	12	18
3	Методы безусловной оптимизации		5-6	2		4	12	18
4	Постановка и решение задач линейного программирования		7-10	4		8	32	44
5	Подходы к решению задач нелинейного программирования		11-14	4		8	42	54
6	Подходы к решению задач дискретного программирования		15-16	2		4	18	24
7	Подходы к решению задач многокритериальной оптимизации		17-18	2		4	2	8
Итого				18		36	126	180

4.1 Лекции

Неделя семестра	Тема и содержание лекции	Объем часов	В том числе, в интерактивной
-----------------	--------------------------	-------------	------------------------------

			форме (ИФ)
6 семестр		18	
1	Понятие оптимизации. Оптимизационные модели. Структурная и параметрическая оптимизация. Особенности постановки задач при внешнем и внутреннем проектировании. Характер оптимизационных задач на различных этапах проектирования.	2	
3	Математическое описание объектов проектирования. Формализация технико-эксплуатационных требований, предъявляемых к объекту проектирования. Модель чувствительности. Модель надежности. Понятия систем массового обслуживания	2	
5	Постановка задачи безусловной оптимизации. Классификация задач безусловной оптимизации и методов их решения. Методы нулевого, первого и второго порядков. Поисковые методы оптимального выбора: Нелдера-Мида, Хука-Дживса, Розенброка. Градиентные методы оптимизации: метод наискорейшего спуска, метод сопряженных градиентов. Методы минимизации ньютоновского типа.	2	
7-9	Постановка задачи линейного программирования. Формы записи задач линейного программирования и их эквивалентность. Приведение задачи линейного программирования к канонической форме. Прикладные задачи линейного программирования. Построение моделей прикладных задач. Решение задач линейного программирования графическим методом. Симплексный метод решения задач линейного программирования. Метод искусственного базиса. Матричная форма симплекс-метода. Параметрические задачи линейного программирования и их решение.	4	
11-13	Постановка задач нелинейного программирования. Задачи выпуклого программирования. Условия оптимальности для задач выпуклого программирования. Теорема Куна-Таккера.	4	
15	Постановка задач дискретной оптимизации, основные приемы преобразования моделей. Классификация задач. Понятие о комбинаторных задачах. NP-полные задачи. 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.	2	
17	Постановка и особенности задач многокритериальной оптимизации. Понятие критериев и альтернатив. Примеры многокритериальных задач принятия решений. Субъективные и объективные элементы выбора решений при нескольких критериях. Основные понятия теории	2	

	многокритериальной оптимизации. Классификация задач многокритериальной оптимизации.		
Итого часов		18	

4.2 Лабораторные работы

Неделя семестра	Тема и содержание практического занятия	Объем часов	В том числе, в интерактивной форме (ИФ)	Виды контроля
6 семестр		36		
1	Формализованная постановка задач оптимизации. Изучение возможностей пакетов прикладных программ при решении оптимизационных задач. Примеры оптимизационных задач.	4		
3	Анализ чувствительности средствами EXCEL. Расчет параметров систем массового обслуживания с помощью надстройки Queue Mods 10.xla EXCEL.	4		
5	Методы одномерного поиска и их программная реализация в среде MahtCAD	4		
7	Решение задач линейного программирования. Графический способ решения ЗЛП. Симплексный метод решения ЗЛП.	4		
9	Решение задач линейной оптимизации средствами EXCEL и MahtCAD.	4		
11	Решение задач нелинейного программирования средствами EXCEL	4		
13	Формирование условий оптимальности для задач нелинейного программирования. Решение задач нелинейного программирования методом множителей Лагранжа.	4		
15	Решение задач дискретной оптимизации средствами EXCEL.	4		
17	Решение задач многокритериальной оптимизации средствами EXCEL	4		
ИТОГО		36		

4.4 Самостоятельная работа студента (СРС)

Неделя семестра	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
6 семестр			126
1	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	2
2	Основные понятия теории автоматизированного проектирования	Опрос по темам для самостоятельного изучения	4
	Подготовка к защите лаб. работ	отчет, защита	2
3	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	2

	Процедуры анализа, синтеза, принятия решений, их взаимосвязь.	Опрос по темам для самостоятельного изучения	4
4	Комплексные показатели надежности	Опрос по темам для самостоятельного изучения	4
	Подготовка к защите лаб. работ	отчет, защита	2
5	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	2
	Примеры систем массового обслуживания	Опрос по темам для самостоятельного изучения	4
6	Прикладные задачи одномерного поиска в САПР	Опрос по темам для самостоятельного изучения	4
	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	2
7	Подготовка к защите лаб. работ	отчет, защита	2
	Сравнение методов одномерного поиска	Опрос по темам для самостоятельного изучения	4
	Изучение и описание метода оптимизации для последующей программной реализации в рамках курсовой работы в соответствии с вариантом задания	Рубежный контроль	8
8	Методы минимизации ньютоновского типа.	Опрос по темам для самостоятельного изучения	4
	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	2
9	Подготовка к защите лаб. работ	отчет, защита	2
	Замена поиска оптимального решения исходной задачи поиском седловой точки функции Лагранжа.	Опрос по темам для самостоятельного изучения	4
10	Двойственность в линейном программировании. Основные приемы построения двойственных задач. Основные теоремы двойственности. Экономическая интерпретация двойственных задач. Связь между решениями прямой и двойственной задач.	Опрос по темам для самостоятельного изучения	4
	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	2
11	Подготовка к защите лаб. работ	отчет, защита	2
	Применение двойственных оценок для анализа решения задач линейного программирования. Двойственный симплекс- метод. Использование двойственного симплекс-метода для решения задач с возрастающим числом ограничений.	Опрос по темам для самостоятельного изучения	4
12	Общие сведения о решении задач условной оптимизации. Сведение	Опрос по темам для самостоятельного изучения	4

	задач с ограничениями к задачам безусловной оптимизации.		
	Разработка алгоритма оптимизации для выполнения курсовой работы	Рубежный контроль	8
	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	2
13	Подготовка к защите лаб. работ	отчет, защита	2
	Метод штрафных функций. Внутренние и внешние штрафные функции. Метод проекции градиента	Опрос по темам для самостоятельного изучения	4
	Подготовка к защите лаб. работ	отчет, защита	2
14	Классификация основных методов решения задач дискретной оптимизации.	Опрос по темам для самостоятельного изучения	4
	Разработка программного обеспечения в рамках выполнения курсовой работы	Рубежный контроль	8
	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	2
15	Подготовка к защите лаб. работ	отчет, защита	2
	Метод ветвей и границ для решения задач дискретной оптимизации	Опрос по темам для самостоятельного изучения	3
16	Оформление отчета и подготовка к защите курсовой работы	Защита	7
	Многоуровневые адаптивные алгоритмы.	Опрос по темам для самостоятельного изучения	4
	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	2
17	Подготовка к защите лаб. работ	отчет, защита	2
Итого			126

4.5 Курсовая работа студента

Курсовая работа посвящена углубленному изучению теоретических и алгоритмических основ принятия оптимальных решений. Она заключается в построении и типизации математических оптимизационных моделей и разработке алгоритмического и программного обеспечения для решения различных классов задач оптимального выбора. Пояснительная записка объемом 20-30 страниц должна содержать: содержательную постановку задачи, формализованную оптимизационную модель; описание используемого метода решения с обоснованием его выбора, схемы алгоритмов решения, описание разработанных программных средств и их характеристики, анализ полученного решения; сравнительный анализ реализованного алгоритма с другими методами решения данной задачи. В приложении приводятся листинги разработанных программных средств и контрольный пример.

Варианты курсовых работ:

1. Решение задач линейной оптимизации симплекс-методом.
2. Метод искусственного базиса для решения задач линейной оптимизации.
3. Программная реализация двойственного симплекс-метода.

4. Решение задач дробно-линейного программирования.
5. Решение задач транспортного типа методом потенциалов.
6. Решение транспортных задач методом дифференциальных рент.
7. Решение задач целочисленной линейной оптимизации методом отсечений.
8. Использование метода отсечений Гомори для решения частично целочисленных задач линейной оптимизации.
9. Программная реализация метода ветвей и границ для решения задач дискретной оптимизации.
10. Решение задачи коммивояжера методом ветвей и границ.
11. Решение задачи о назначениях венгерским методом.
12. Решение задачи о назначениях с использованием метода Мака.
13. Решение задачи о ранце методом ветвей и границ.
14. Программная реализация методов одномерной оптимизации.
15. Решение задач безусловной оптимизации методом Хука-Дживса.
16. Решение задач безусловной оптимизации методом переменного многогранника Нелдера-Мида.
17. Программная реализация модифицированного метода Хука-Дживса для решения задач с ограничениями.
18. Программная реализация комплексного метода Бокса для решения задач условной оптимизации.
19. Решение задач безусловной оптимизации с использованием градиентных методов.
20. Решение задач безусловной оптимизации с использованием метода сопряженных градиентов.
21. Решение задач безусловной оптимизации с использованием метода Ньютона и его модификаций.
22. Решение задач безусловной оптимизации с использованием квазиньютоновских методов.
23. Программная реализация методов покоординатной оптимизации.
24. Программная реализация метода наискорейшего спуска для решения задач безусловной оптимизации.
25. Построение и оптимизация сетевых графиков.
26. Анализ точности объектов проектирования с использованием вероятностного метода и метода наилучшего случая.
27. Построение математической модели объекта проектирования с использованием методов планирования эксперимента. Планы первого порядка.
28. Построение математической модели объекта проектирования с использованием методов планирования эксперимента. Планы второго порядка.
29. Определение максимального потока в транспортной сети при одном и нескольких источниках и стоках. Алгоритм Форда-Фалкерсона.
30. Построение кратчайших путей в транспортной сети.

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 усвоению 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; - лекция с заранее запланированными ошибками; - проблемная лекция
5.2	Практические занятия: а) совместное решение практических задач, б) выступления по темам рефератов, в) проведение контрольных работ;
5.4	самостоятельная работа студентов: – изучение теоретического материала, – подготовка к лекциям, практическим занятиям, – работа с учебно-методической литературой, – оформление конспектов лекций, подготовка отчетов, – подготовка к текущему контролю, экзамену; – подготовка и защита курсовой работы
5.5	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: – отчет и защита выполненных практических задач. – защита курсовой работы
6.1.2	Рабочая программа дисциплины обеспечена фондом оценочных средств для проведения контроля. Фонд включает вопросы и задачи к экзамену. Фонд оценочных средств представлен в учебно–методическом комплексе дисциплины.

6.1. Формы текущего контроля

Раздел дисциплины	Объект контроля	Форма контроля	Метод контроля	Срок выполнения
6 семестр				
Интеграции методов оптимизации в структуру САПР	Знание основных понятий оптимизации, характера оптимизационных задач на различных этапах проектирования.	Лабораторные работы	Защита лабораторных работ	1 неделя
Математическое описание объектов оптимального проектирования	Знание математического описания объектов проектирования. Знание структурной схема модели чувствительности. Знание качественных и количественных характеристик надежности. Знание структуры системы массового обслуживания	Лабораторные работы	Защита лабораторных работ	3 неделя
Методы безусловной оптимизации	Знание классификации задач безусловной оптимизации и методов их решения. Умение использовать методы нулевого, первого и второго порядков.	Лабораторные работы	Защита лабораторных работ	5 неделя

Постановка и решение задач линейного программирования	Знание постановки задачи линейного программирования. Умение использовать графический, симплексный методы, метод искусственного базиса и двойственный метод	Лабораторные работы	Защита лабораторных работ	7-9 неделя
Подходы к решению задач нелинейного программирования	Знание постановки задач нелинейного программирования.	Лабораторные работы	Защита лабораторных работ	11-13 неделя
Подходы к решению задач дискретного программирования	Знание постановки задач дискретной оптимизации и основные приемов преобразования моделей. Умение решать прикладные задачи дискретной оптимизации.	Лабораторные работы	Защита лабораторных работ	15 неделя
Подходы к решению задач многокритериальной оптимизации	Знание особенностей задач многокритериальной оптимизации.	Лабораторные работы	Защита лабораторных работ	17 неделя
Защита курсового проекта			Устный	18 неделя
<u>Промежуточная аттестация</u>				
Интеграция методов оптимизации в структуру САПР Математическое описание объектов оптимального проектирования Методы безусловной оптимизации Постановка и решение задач линейного программирования Подходы к решению задач нелинейного программирования Подходы к решению задач дискретного программирования Подходы к решению задач многокритериальной оптимизации	Знание приемов формализованной постановки задач оптимального проектирования Умения выбирать наиболее приемлемые алгоритмы решения задач оптимального проектирования Владение навыками разработки моделей и алгоритмических средств оптимизации Знание методов и алгоритмов линейного, нелинейного и дискретного программирования Умения использовать типовые программные средства и разрабатывать проблемно-ориентированные для решения оптимизационных задач Владение методикой интеграции процедур численной оптимизации в программное обеспечение САПР	Экзамен	Устный	Экзаменационная сессия

Полная сертификация оценочных средств, процедур и контролируемых результатов в привязке к формируемым компетенциям, показателей и критериев оценивания приводится в Фонде оценочных средств по дисциплине, являющимся приложением к рабочей программе.

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.	Технология автоматизированного решения задач оптимизации : Учеб. пособие. - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2009. - 160 с.	2009 печат.	
7.1.1.2	Белецкая С.Ю.	Математические методы поиска оптимальных решений : Учеб. пособие. - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2008. - 201 с.	2008 печат.	
7.1.1.3	Акулич И.Л.	Математическое программирование в примерах и задачах . - СПб. : Лань, 2011.	2011 печат.	
7.1.2. Дополнительная литература				
7.1.2.1	Львович Я.Е.	Многоальтернативная оптимизация : Теория и приложения. - Воронеж : Кварта, 2006. - 428 с.	2006 печат.	
7.1.2.2	Белецкая С.Ю.	Модели и методы оптимизации : Учеб. пособие. - : Воронеж, 2007. - 179 с.	2007 печат.	
7.1.3 Методическая литература				
7.1.3.1	Литвиненко Ю.В.	Решение оптимизационных задач средствами системы MATHCAD : Учеб. пособие. - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2010. - 92 с.	2010 печат.	
7.1.3.2	Белецкая С.Ю.	Принятие оптимальных решений с использованием средств EXCEL : Учеб. пособие. - Воронеж : Изд-во ВГТУ, 2000. - 98с.	2000 печат.	
7.1.3 Программное обеспечение и интернет ресурсы				
7.1.3.1	1.			
7.1.3.2	Компьютерные лабораторные работы: - Excel - MathCAD			

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1	Специализированная лекционная аудитория
8.2	Дисплейный класс, оснащенный компьютерными программами для проведения практических занятий