

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Математические методы кибернетики

направление подготовки

09.03.02 Информационные системы и технологии

Направленность программы

Информационные системы и технологии

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

заочная

Институт: Энергетики, информационных технологий и управляющих систем

Кафедра: Информационных технологий

Белгород 2021

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
	ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общепрофессиональные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Использует основы математики, физики, вычислительной техники и программирования.	Знание основных методов решения задач математического программирования; методов решения задач линейного программирования;
		ОПК-1.2. Решает стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общепрофессиональных знаний, методов математического анализа и моделирования	Умение использовать на практике методы решения задач математического программирования в разных предметных областях; строить экономико-математические модели
		ОПК-1.3. Проводит теоретическое и экспериментальное исследование объектов профессиональной деятельности	Владение - навыками разработки и исследования теоретических и экспериментальных объектов профессиональной деятельности; - навыками по экспериментальным исследованиям с использованием стандартных программных средств.
	ОПК-8. Способен применять математические модели, методы и средства проектирования информационных и автоматизированных систем	ОПК-8.1. Использует методологию и основные методы математического моделирования, классификацию и условия применения моделей, основные методы и средства проектирования информационных и автоматизированных систем, инструментальные средства моделирования и проектирования информационных и автоматизированных систем	Знание основные методы математического моделирования, классификации и условий применения моделей; основных методов решения задач математического программирования; методов решения задач линейного программирования;
		ОПК-8.2. Применяет на практике математические модели, методы и средства	Умение использовать на практике математические модели; методы решения задач математического программирования в разных

		проектирования и автоматизации систем на практике	предметных областях; строить экономико-математические модели;
		ОПК-8.3. Осуществляет моделирование и проектирование информационных и автоматизированных систем	Владение - навыками разработки и исследования теоретических и экспериментальных объектов профессиональной деятельности; - навыками по экспериментальным исследованиям с использованием стандартных программных средств.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ОПК-1

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Математика
2	Вычислительная математика
3	Физика
4	Алгоритмы и структуры данных
5	Архитектура информационных систем
6	Математические методы кибернетики
7	Методы исследования операций
8	Моделирование систем
9	Теория информационных процессов и систем
10	Дискретная математика
11	Информатика
12	Техническая электроника
13	Периферийное оборудование
14	Учебная ознакомительная практика
15	Учебная технологическая (проектно-технологическая) практика

2. Компетенция ОПК-8

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Большие данные
2	Интеллектуальные системы и технологии
3	Математические методы кибернетики
4	Методы исследования операций
5	Методы и средства проектирования информационных систем.
6	Моделирование систем
7	Теория информационных процессов и систем
8	Технология обработки информации
9	Учебная технологическая (проектно-технологическая) практика

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач. единиц, 108 часов.

Форма промежуточной аттестации зачет

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 6	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины, час	108	8	100
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	8	2	6
лекции	4		4
лабораторные	4		4
практические			
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации			
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	100	6	94
Курсовой проект			
Курсовая работа			
Расчетно-графическое задание	18		18
Индивидуальное домашнее задание			
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	82	6	76
Зачет			Зачет

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 4 Семестр 7

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1. Линейное программирование					
	Примеры задач линейного программирования. Примеры экономико-математических моделей, приводящих к задачам линейного программирования. Стандартная и каноническая формы записи задач линейного программирования. Геометрическая интерпретация двумерной задачи линейного программирования и ее решение. Свойства задачи линейного программирования. Обоснование симплекс-метода. Нахождение начального базиса.	0.5		1	13
2. Двойственные задачи линейного программирования					
	Двойственная задача линейного программирования. Пример прямой и двойственной задачи линейного программирования. Общая формулировка прямой и двойственной задачи. Свойства двойственной задачи. Анализ чувствительности. Экономическая интерпретация двойственных задач.	0.5		1	13
3. Специальные задачи линейного программирования					
	Транспортная задача. Поиск начального опорного плана. Метод северо-западного угла. Метод минимального элемента. Решение транспортной задачи методом потенциалов. Анализ чувствительности. Задачи теории игр.	0.5		2	14
4. Дискретное программирование					
	Задачи целочисленного линейного программирования. Задача о размещениях. Задача о назначениях. Задача о коммивояжере. Методы решения задач целочисленного программирования. Метод отсечения Гомори. Метод ветвей и границ. Метод ветвей и границ решения задачи о коммивояжере. Аппроксимация решения задачи о коммивояжере.	0.5			14
5. Методы безусловной оптимизации					
	Численные методы безусловной минимизации функции одной переменной. Методы прямого линейного поиска. Метод равномерного поиска. Метод золотого сечения. Численные методы безусловной	1			14

	минимизации функции многих переменных. Методы многомерного прямого поиска. Метод циклического покоординатного спуска. Метод Хука-Дживса. Метод наискорейшего спуска.				
б. Задачи нелинейного программирования					
	Постановка задачи и основные определения. Геометрическая интерпретация решения задач нелинейного программирования. Задачи выпуклого программирования. Основные определения и теоремы. Метод неопределенных множителей Лагранжа для решения задач квадратичного программирования. Градиентные методы решения задач нелинейного программирования. Метод приведенного градиента Вулфа. Метод штрафных функций.	1			14
	ВСЕГО	4		4	82

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Не предусмотрено учебным планом

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр № 7				
1	Линейное программирование	Нахождение базисных решений систем линейных алгебраических уравнений	1	20
2	Линейное программирование	Нахождение опорных решений систем линейных алгебраических уравнений	1	20
3	Линейное программирование, Двойственные задачи линейного программирования	Решение задачи линейного программирования симплекс-методом	1	20
4	Специальные задачи линейного программирования	Открытая и закрытая модели транспортной задачи	1	20
ИТОГО:			4	80
ВСЕГО:				84

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Предусмотрено одно расчетно-графическое задание в объеме 18 часов. Тематика расчетно-графического задания:

1. Модифицированный симплекс-метод линейного программирования.
2. Параметрическое линейное программирование.
3. Метод декомпозиции решения задач линейного программирования.
4. Целевое программирование. Метод весовых коэффициентов.
5. Целевое программирование. Метод приоритетов.
6. Целочисленное программирование. Метод ветвей и границ.
7. Целочисленное программирование. Аддитивный алгоритм для задач с двоичными переменными.
8. Целочисленное программирование. Метод отсекающих плоскостей.
9. Динамическое программирование. Рекуррентные алгоритмы прямой и обратной прогонки.
10. Динамическое программирование. Задача о загрузке.
11. Динамическое программирование. Задача планирования рабочей силы.
12. Обобщенная задача управления запасами.
13. Классическая задача экономического размера заказа.
14. Задача экономического размера заказа с разрывом цен.
15. Задача планирования заказа при отсутствии затрат на оформление.

16. Задача планирования заказа при наличии затрат на оформление.
17. Двойственность в задачах линейного программирования.
18. Двойственность и анализ чувствительности.
19. Вероятностное динамическое программирование.
20. Вероятностные методы управления запасами.
21. Прямые методы нелинейного программирования.
22. Нелинейное программирование. Задачи с ограничениями.
23. Методы сетевого планирования.
24. Нетрадиционные методы решения транспортной задачи.
25. Задача о назначениях. Венгерский метод.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1 Компетенция ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-1.1. Использует основы математики, физики, вычислительной техники и программирования	Собеседование, защита лабораторной работы, тестовый контроль, устный опрос, зачет
ОПК-1.2. Решает стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования	Собеседование, защита лабораторной работы, тестовый контроль, устный опрос, зачет
ОПК-1.3. Проводит теоретическое и экспериментальное исследование объектов профессиональной деятельности	Собеседование, защита лабораторной работы, тестовый контроль, устный опрос, зачет

2 Компетенция ОПК-8. Способен применять математические модели, методы и средства проектирования информационных и автоматизированных систем

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-8.1. Использует методологию и основные методы математического моделирования, классификацию и условия применения моделей, основные методы и средства проектирования информационных и автоматизированных систем, инструментальные средства моделирования и проектирования информационных и автоматизированных	Собеседование, защита лабораторной работы, тестовый контроль, устный опрос, зачет

систем	
ОПК-8.2. Применяет на практике математические модели, методы и средства проектирования и автоматизации систем на практике	Собеседование, защита лабораторной работы, тестовый контроль, устный опрос, зачет
ОПК-8.3. Осуществляет моделирование и проектирование информационных и автоматизированных систем	Собеседование, защита лабораторной работы, тестовый контроль, устный опрос, зачет

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) зачета

1. : Общей задачей линейного программирования называется ...
2. : Функция называется целевой ...
3. : Стандартной (симметричной) задачей линейного программирования называется ...
4. : Канонической задачей линейного программирования называется ...
5. : Допустимым решением (планом) называется ...
6. : Переход между формами записи задачи линейного программирования.
7. : План называется опорным, если ...
8. : Опорный план называется невырожденным, если ...
9. : Многоугольник решений – это ...
10. : Симплексный метод решения задачи линейного программирования основан ...
11. : Признак оптимальности опорного плана
12. : Сопряженная задача линейного программирования состоит в ...
13. : Двойственная пара в линейном программировании – это пара задач ...
14. : Связь между решением прямой и двойственной задач линейного программирования
15. : Первая теорема двойственности
16. : Вторая теорема двойственности
17. : Экономическая интерпретация двойственных задач
18. : Анализ устойчивости двойственных оценок
19. : Двойственный симплекс-метод
20. : Псевдоплан двойственной задачи линейного программирования
21. : Математическая постановка транспортной задачи
22. : Планом транспортной задачи называется ...
23. : Оптимальный план транспортной задачи – это ...
24. : Для разрешимости транспортной задачи необходимо и достаточно ...
25. : Методы определения опорного плана транспортной задачи
26. : Методы определения оптимального плана транспортной задачи
27. : Потенциалами пунктов назначения и пунктов потребления называются ...
28. : Циклом в таблице условий транспортной задачи называется ...
29. : Сдвиг по циклу пересчета – это ...

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Выполнение лабораторной работы предполагает демонстрацию студентом результатов выполнения заданий, а именно отчета и необходимых файлов (документов или программ). Защита лабораторных работ проводится путем собеседования по контрольным вопросам.

Полные перечни заданий с примерами выполнения приведены в методических указаниях. Примерные варианты заданий приведены в следующей таблице.

Тема лабораторной работы	Краткое задание лабораторной работы	Контрольные вопросы к лабораторной работе
Решение задач линейной оптимизации	Формальная постановка задачи линейной оптимизации и ее решение средствами MS Excel	Признаки задачи линейной оптимизации Каноническая форма задачи линейной оптимизации Способы задания ограничений задачи линейной оптимизации Способы использования надстройки Excel для решения задачи линейного программирования
Решение задачи линейной оптимизации симплекс-методом	Разработка алгоритма и программы, реализующей симплекс-метод	Идея симплекс-метода Алгоритм симплекс-метода Геометрическая интерпретация симплекс-метода Признаки оптимальности решения задачи Признаки отсутствия решения задачи
Решение задачи нелинейной безусловной оптимизации	Разработка алгоритма и программы, реализующей один из релаксационных методов	Общая формула методов спуска Условия применимости метода покоординатного спуска Условия применимости метода градиентного спуска Условия применимости метода случайного спуска Условия прекращения процедуры поиска для метода градиентного спуска Условия прекращения процедуры поиска для метода покоординатного спуска Условия прекращения процедуры поиска для метода случайного спуска
Решение задачи нелинейной условной оптимизации	Разработка алгоритма и программы, реализующей метод штрафных функций	Идея метода штрафных функций Требования, предъявляемые к функциям штрафа Виды штрафных функций Условия применимости метода штрафных функций Условия прекращения процедуры поиска для метода штрафных функций

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме зачета используется следующая шкала оценивания: зачтено, не зачтено.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знание основных методов решения задач математического программирования; методов решения задач линейного	Знание терминов, определений, понятий: Классификацию методов оптимизации, составные части задачи оптимизации, особенности решения различных классов задач оптимизации, ограничения, накладываемые на задачи разных классов.
	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы

программирования;	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умение использовать на практике методы решения задач математического программирования в разных предметных областях; строить экономико-математические модели;	Освоение методик - умение решать практические задачи, выполнять типовые задания: выполнить формальную постановку задачи оптимизации по её описанию, сформулировать ограничения к целевой функции и параметрам задачи, составить алгоритм и программу решения задачи
	Умение использовать теоретические знания для выбора методики решения задач, выполнения заданий
	Умение проверять решение и анализировать результаты
	Умение качественно оформлять (презентовать) решение задач и выполнения заданий
Владение - навыками разработки и исследования теоретических и экспериментальных объектов профессиональной деятельности; - навыками по экспериментальным исследованиям с использованием стандартных программных средств.	Навыки решения стандартных/нестандартных задач: решение задач линейной, нелинейной, условной, безусловной, динамической, многокритериальной оптимизации, инструментальными средствами решения задач оптимизации

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, определений, понятий	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание основных закономерностей, соотношений, принципов	Не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, их интерпретирует и использует	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, может самостоятельно их получить и использовать
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость	Излагает знания без	Излагает знания с	Излагает знания	Излагает знания в

изложения и интерпретации знаний	логической последовательности	нарушениями в логической последовательности	без нарушений в логической последовательности	логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Освоение методик - умение решать практические задачи, выполнять типовые задания	Не умеет решать практические задачи, выполнять типовые задания	С дополнительной помощью может решать практические задачи, выполнять типовые задания, допускает ошибки	Допускает неточности при решении практических задач и выполнении типовых заданий	Грамотно использует методики, умеет решать все практические задачи, выполнять все типовые задания
Умение использовать теоретические знания для выбора методики решения задач, выполнения заданий	Не умеет использовать теоретические знания для выбора методики решения задач, выполнения заданий	С дополнительной помощью может выполнить выбор методики решения задач. При выполнении заданий допускает ошибки	Умеет использовать теоретические знания для выбора методики решения задач, допускает неточности при выполнении заданий	Самостоятельно может сделать выбора методики решения задач, выполняет все задания без ошибок
Умение проверять решение и анализировать результаты	Не умеет проверять решение и анализировать результаты	Проверяет решение, с дополнительной помощью может анализировать результаты	Проверяет решение в достаточном объеме, при анализе результатов допускает неточности	Обладает твердыми умениями проверки решения и анализа результатов
Умение качественно оформлять (презентовать) решение задач и выполнения заданий	Не умеет качественно оформлять (презентовать) решение задач и выполнения заданий	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет оформление решения задач и выполнения заданий корректно и понятно	Качественно и на высоком уровне оформляет решение задач и выполнения заданий

Оценка сформированности компетенций по показателю Иметь навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Навыки решения стандартных/нестандартных задач	Не может выполнять решения стандартных задач	С дополнительной помощью может выполнить решения	Может выполнить решение стандартных/нестандартных	Самостоятельно может выполнить решение

		стандартных/нестандартных задач, допускает ошибки	нестандартных задач, но допускает неточности	стандартных/нестандартных задач
Объём выполненных заданий	Не выполняет значительную часть заданий по дисциплине	Выполняет задания только по основному материалу дисциплины, не усвоил его деталей	Выполняет задания в достаточном объеме	Выполняет весь объём заданий. Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Качество выполнения трудовых действий	Не выполняет трудовые действия	Имеет навыки выполнения трудовых действий только по основному материалу дисциплины, не усвоил его деталей	Имеет навыки выполнения трудовых действий в достаточном объеме	Обладает твердыми навыками выполнения трудовых действий по всему материалу дисциплины, владеет дополнительными навыками
Самостоятельность планирования выполнения трудовых действий	Не выполняет планирования выполнения трудовых действий	Допускает неточности при планировании выполнения трудовых действий	Самостоятельно и грамотно выполняет планирование выполнения большинства трудовых действий	Самостоятельно и грамотно выполняет планирование выполнения всех трудовых действий

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Аудитория для лекционных занятий	оборудованы специализированной мебелью, мобильным или стационарным мультимедийным проектором, переносным экраном, ноутбуком, или компьютером на базе одно или двухъядерных процессоров с тактовой частотой не менее 2 ГГц, объемом оперативной памяти не менее 2 Гб и жесткого диска до 500 Гб; локальная сеть с пропускной способностью 100 Мбит/с
2	Компьютерные классы для проведения лабораторных занятий	оборудованы специализированной мебелью, компьютерами с установленными программными продуктами на базе одно или двухъядерных процессоров с тактовой частотой не менее 2 ГГц, объемом оперативной памяти не менее 2 Гб и жесткого диска до 500 Гб; локальная сеть с пропускной способностью 100 Мбит/с, принтеры или многофункциональные устройства форматов А4, А3.
3	Помещения для самостоятельной работы обучающихся	оборудованы специализированной мебелью, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
2	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
4	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
6	Microsoft Visual Studio 2013	63-14кот 02.07.2014
7	MatlabR2014b	лицензия № 362444 (10 компьютеров, сетевая)

		версия) Акт предоставления прав № Ах025341 от 06.07.2016
8	Система компьютерного тестирования знаний VeralTest (сетевая версия VeralSoft без ограничений)	электронное письмо от 06.04.2008

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Кочегурова, Е. А. Теория и методы оптимизации [Электронный ресурс] : учебное пособие / Кочегурова Е. А. - Томск : Томский политехнический университет, 2013. - 134 с. <http://www.iprbookshop.ru/34723.html>
2. Крюков, С. В. Системный анализ: теория и практика [Электронный ресурс] : учебное пособие / Крюков С. В. - Ростов-на-Дону : Южный федеральный университет, 2011. - 228 с. <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=241102>
3. Колбин, В. В. Специальные методы оптимизации : учеб. пособие / В. В. Колбин. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2014. - 378 с.
4. Чернышов, В. Н. Системный анализ и моделирование при разработке экспертных систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / Чернышов В. Н. - Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. - 128 с. <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277638>
5. Антонов, А. В. Системный анализ : учебник / А. В. Антонов. - Москва : Высшая школа, 2004. - 451 с.
6. Косоруков, О. А. Исследование операций : учебник / О. А. Косоруков, А. В. Мищенко. - Москва : Экзамен, 2003. - 445 с.

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. Методы оптимальных решений. Том 1. Общие положения. Математическое программирование [Электронный ресурс] : руководство к решению задач. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2012 - .Методы оптимальных решений. Том 1. Общие положения. Математическое программирование / Соколов А. В. - 2012. - 562 с.
2. Черняк, А. А. Математическое программирование. Алгоритмический подход [Электронный ресурс] : учебное пособие / Черняк А. А. - Минск : Вышэйшая школа, 2006. - 352 с.

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 20____ /20____ учебный год
без изменений / с изменениями, дополнениями

Протокол № _____ заседания кафедры от «__» _____ 20____ г.

Заведующий кафедрой _____
подпись, ФИО

Директор института _____
подпись, ФИО