

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова»**



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной деятельности

В.Г. Минашкин

«28» сентября 2018 г.

**ПРОГРАММА
вступительного экзамена по специальности
для поступающих в аспирантуру**

Направление подготовки	09.06.01 Информатика и вычислительная техника
Профиль подготовки	Системный анализ, управление и обработка информации (вычислительная техника)

Оглавление

1. Общие положения.....	4
2. Содержание вступительного экзамена.....	4
2.1. Содержание разделов.....	4
2.2. Вопросы вступительного экзамена.....	10
3. Процедура вступительного экзамена.....	16
4. Критерии оценки результатов вступительного экзамена.....	16
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение вступительного экзамена.....	20
5.1. Базовая литература.....	20
5.2. Основная литература.....	20
5.3. Дополнительная литература.....	21

1. Общие положения

Программа вступительного экзамена в аспирантуру ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В. Плеханова» на направление 09.06.01 Информатика и вычислительная техника, профиль подготовки 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации» составлена в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования подготовки специалистов/магистров (ФГОС 3+ 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, приказ Минобрнауки РФ № 1420 от 30 октября 2014 г.)

2. Содержание вступительного экзамена

В основу программы положены следующие дисциплины:

1. Теория систем и системный анализ
2. Модели и методы принятия решений.
3. Математическое программирование.
4. Исследование систем управления.
5. Компьютерные технологии обработки информации.

2.1. Содержание разделов

1. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ИССЛЕДОВАНИИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Тема 1. Системный анализ как основа теории принятия решений

Содержание темы: Принципы системного подхода. Основы теории систем и системного анализа. Принципы системности и комплексности. Понятие системы и его эволюция. Простые и сложные системы. Морфологическое (структурное), функциональное и информационное описание систем. Этапы анализа систем. Информационно-логическая схема процесса выработки управленческих решений, понятие лица, принимающего решение (ЛПР). Постановка задачи принятия решений с использованием критериального

языка описания выбора. Способы выявления предпочтений. Отношение как универсальная модель предпочтений. Классификация задач выбора решений.

Тема 2. Системы управления

Содержание темы: Понятия управления и системы управления. Классификация систем управления. Функционирование и развитие систем управления. Анализ и синтез при исследовании и проектировании систем управления. Переходные процессы в системах управления. Принцип обратной связи. Адаптивные системы управления. Виды адаптации. Устойчивость функционирования систем управления.

Тема 3. Подходы к анализу систем управления

Содержание темы: Информационный аспект системы: информационные элементы, структура информационных связей и отношений. Методы формализованного представления систем. Дескриптивные и конструктивные определения в системном анализе. Принцип моделирования. Информационная модель системы: вектор информации, поток информации, информационный потенциал. Типы шкал, используемых при моделировании систем управления.

Тема 4. Целеобразование в системах управления

Содержание темы: Определение цели. Закономерности целеобразования. Виды и формы представления структур целей (сетевая структура или сеть, иерархические структуры, страты и эшелоны). Методики анализа целей и функций систем управления. Соотношение категорий типа событие, явление, поведение. Формирование целей при функционировании систем в условиях неопределенности. Целеобразование в условиях риска.

2. МЕТОДЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Тема 1. Методы принятия решений в условиях определенности

Содержание темы: Общая постановка задачи математического программирования. Метод линейного программирования. Сущность симплексного метода линейного программирования. Методы решения задачи

нелинейного программирования. Методы дискретного математического программирования. Информационные технологии (инструментарий) решения задач оптимизации. Классификация методов принятия решений по векторному показателю. Инструментарий решения задач многокритериального выбора.

Тема 2. Методы принятия решений в условиях неопределенности

Содержание темы: Особенности решения задачи выбора в условиях неопределенности. Принципы максимина, минимакса, минимаксного риска, пессимизма – оптимизма, недостаточного обоснования. Принятие решений в условиях априорной неопределенности проведения операции.

Тема 3. Выработка решений в нечетких условиях

Содержание темы: Основные понятия теории нечетких множеств. Отличие случайности от нечеткости. Задачи выработки решений при нечетких исходных условиях. Применение теории нечетких множеств для моделирования содержания приближенных и неполных исходных данных об обстановке принятия решений. Общий подход к решению задач при нечетких исходных условиях.

3. МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Тема 1. Задачи линейного программирования

Содержание темы: Общая задача линейного программирования. Математические модели задач линейного программирования. Формы записи задач линейного программирования: общая, каноническая и стандартная.

Тема 2. Методы линейного программирования

Содержание темы: Метод Жордана – Гаусса. Симплекс-метод. Симплексные таблицы. Нахождение начального опорного решения. Критерий оптимальности. Невырожденные ЗЛП, алгоритмы их решения. Альтернативный оптимум, алгоритм нахождения всех оптимальных решений. Вырожденные ЗЛП, алгоритмы их решения.

Тема 3. Двойственные задачи

Содержание темы: Постановка двойственной задачи. Основное неравенство двойственности. Критерий Канторовича. Первая теорема двойственности. Вторая теорема двойственности. Третья теорема двойственности. Двойственный симплекс-метод.

Тема 4. Транспортная задача

Содержание темы: Экономическая постановка и математическая модель транспортной задачи. Методы нахождения начального плана перевозок. Метод потенциалов решения транспортной задачи. Открытая модель транспортной задачи.

Тема 5. Матричные игры в задачах оптимизации

Содержание темы: Основные понятия теории матричных игр. Решение матричных игр в чистых стратегиях. Решение матричной игры в смешанных стратегиях. Сведение матричной игры к задаче линейного программирования. Статистические игры. Использование матричных игр в оптимизационных задачах.

Тема 6. Графы в задачах оптимизации

Содержание темы: Определение графа. Путь и цикл в графе. Связность графа, деревья. Виды графов. Использование графов в оптимизационных задачах. Сети. Критический путь.

4. ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Тема 1. Системный анализ в управлении

Содержание темы: Общие принципы и законы системной организации. Устойчивость, управляемость и наблюдаемость. Инвариантность и чувствительность систем управления. Классификация систем. Показатели и критерии. Методы управления. Функции управления. Эффективность и качество управления. Цифровые системы управления. Использование микропроцессоров и микро-ЭВМ в системах управления. Особенности математического описания цифровых систем управления, анализа и синтеза систем управления с ЭВМ в качестве управляющего

устройства. Программная реализация алгоритмов управления в цифровых системах. Универсальный решатель системных задач.

Тема 2. Концепция исследования систем управления

Содержание темы: Концептуальные модели систем управления. Методология и организация исследования систем управления. Структурный анализ системы управления организации. Характеристика этапов проведения исследований. Разработка концепции исследования систем управления.

Тема 3. Исследование систем управления моделированием

Содержание темы: Методы анализа и синтеза систем и процессов управления. Формы представления моделей. Особенности процесса управления. Элементы процесса управления. Особенности математического моделирования экономических систем. Основные принципы и этапы моделирования. Классификация видов моделирования. Виды переменных в модели. Верификация моделей. Анализ концептуальной модели. Организация процесса управления.

Тема 4. Информационные технологии в процессах управления

Содержание темы: Особенности процесса управления. Элементы процесса управления. Анализ информационной модели. Анализ концептуальной модели процесса управления. Качество процесса управления. Организация процесса управления. Коммуникации и технологии управления.

Тема 5. Логические методы исследования систем управления

Содержание темы: Информационные ресурсы управления. Виды обеспечения управления. Средства управления. Особенности математического описания прогнозирования ресурсного обеспечения цифровых систем управления. Основные логические конструкции. Использование логических законов. Понятие аналогии. Методика установления аналогии.

Тема 6. Прогнозирование и планирование в системах управления

Содержание темы: Стратегические методы исследования в системах управления. Отличие прогнозирования от планирования. Экспертные методы

прогнозирования. Логические методы прогнозирования. Методы экстраполяции. Статистические методы прогнозирования. Оценка качества прогнозов. Виды плановых исследований.

5. СЕТЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

Тема 1. Положения и стандарты компьютерных технологий

Содержание темы: Эталонная модель взаимодействия открытых систем. Описание уровней эталонной модели OSI. Общее определение уровней передачи. Параметры первичных сигналов. Обобщенная структурная схема систем электросвязи. Современные виды электросвязи. Информационно-технологические сети и системы. Международные организации по стандартизации в области телекоммуникаций.

Тема 2. Организация вычислительных сетей

Содержание темы: Общие характеристики организации вычислительных сетей. Методы коммутации и передачи данных в вычислительных сетях. Организация управления потоками данных. Протоколы и интерфейсы управления каналами и сетью передачи данных. Транспортная служба. Протоколы высокого уровня. Административное управление.

Тема 3. Организация локальных вычислительных сетей

Содержание темы: Назначение ЛВС. Принципы построения. Моноканалы. Методы множественного доступа к моноканалу. Управление информационным каналом. Адаптеры. Расширение и комплексирование. Стандарты беспроводных локальных сетей. Логические и физические топологии сетей.

Тема 4. Организация глобальных вычислительных сетей

Содержание темы: Семейство протоколов TCP/IP. Адресация и маршрутизация в IP-сетях. Протоколы IPv4 и IPv6. Критерии выбора оптимального маршрута в сети. Протоколы транспортного уровня TCP и UDP. Протоколы прикладного уровня Internet. Протоколы удаленного

доступа TELNET и доставки файлов FTP. Служба электронной почты. Сетевые сервисы. Мультисервисные сети.

Тема 5. Управление доступом в локальных вычислительных сетях

Содержание темы: Методы доступа в ЛВС. Множественный доступ с контролем несущей и обнаружением конфликтов. Разновидности сетей Ethernet. Управление доступом к общей среде передачи. Преимущества и недостатки широковещательных сетей; чистая и дискретная системы ALOHA. Сети Ethernet; управление доступом к среде CSMA/CD, формат MAC адреса. Маркерные методы доступа.

Тема 6. Маршрутизация в компьютерных сетях

Содержание темы: Задачи маршрутизации. Понятие метрики. Отличия статических и динамических алгоритмов, одноуровневой и иерархической маршрутизации. Дистанционно-векторные алгоритмы и алгоритмы состояния связей. Протокол RIP, основные принципы, преимущества и недостатки. Протокол OSPF, основные принципы, преимущества и недостатки. Статическая маршрутизация и протоколы динамической маршрутизации. Стек протоколов TCP/IP; соответствие протоколов TCP/IP уровням модели ISO/OSI. Протокол IP. Назначение, основные задачи; фрагментация и сборка пакетов, основные поля заголовка IP. Назначение, характеристики и задачи; уровень модели ISO/OSI.

2.2. Вопросы вступительного экзамена

1. Принципы системного подхода.
2. Принцип детерминированности и его смысловое содержание.
3. Особенности системного анализа.
4. Эволюция понятия система.
5. Системы и закономерности их функционирования и развития.
6. Классификация систем.
7. Модели систем: статические, динамические, концептуальные.
8. Модели систем: топологические, формализованные, информационные.

9. Модели систем: логико-лингвистические, семантические, теоретико-множественные.
10. Системы: естественные, концептуальные и искусственные.
11. Системы: простые, большие и сложные.
12. Системы: целенаправленные, целеполагающие.
13. Системы: активные и пассивные, стабильные и развивающиеся.
14. Классификация задач принятия решений.
15. Постановка задач принятия решений.
16. Методы обработки экспертной информации.
17. Оценка компетентности экспертов.
18. Оценка согласованности мнений экспертов.
19. Морфологический анализ.
20. Методы многокритериальной оценки альтернатив и их классификация.
21. Множества компромиссов и согласия, построение множеств.
22. Качественные методы принятия решений (вербальный анализ).
23. Принятие решений в условиях неопределенности.
24. Статистические модели принятия решений.
25. Модели и методы принятия решений при нечеткой информации.
26. Нечеткие множества: Основные определения и операции.
27. Нечеткое моделирование.
28. Задачи математического программирования при нечетких исходных условиях.
29. Нечеткое математическое программирование с нечетким отображением.
30. Нечеткие отношения: операции над отношениями, свойства.
31. Принятие решений при нечетком отношении предпочтений на множестве альтернатив.
32. Принятие решений при нескольких отношениях предпочтения.
33. Игра как модель конфликтной ситуации. Классификация игр.
34. Матричные, кооперативные и дифференциальные игры.

35. Цены и оптимальные стратегии. Чистые и смешанные стратегии.
36. Доминирующие и полезные стратегии.
37. Допустимое множество и целевая функция.
38. Классификация задач математического программирования.
39. Постановка задачи линейного программирования.
40. Допустимые множества и оптимальные решения задач линейного программирования.
41. Выпуклые множества.
42. Условия существования и свойства оптимальных решений задачи линейного программирования.
43. Опорные решения системы линейных уравнений и крайние точки множества допустимых решений.
44. Сведение задачи линейного программирования к дискретной оптимизации.
45. Симплекс-метод.
46. Многокритериальные задачи линейного программирования.
47. Локальный и глобальный экстремум.
48. Постановка задачи выпуклого программирования и формы их записи.
49. Простейшие свойства оптимальных решений.
50. Понятие о негладкой выпуклой оптимизации.
51. Классификация методов безусловной оптимизации.
52. Конечно-разностная аппроксимация производных.
53. Симплексные методы.
54. Основные подходы к решению задач с ограничениями.
55. Методы внешних и внутренних штрафных функций.
56. Задачи стохастического программирования.
57. Методы конечных разностей в стохастическом программировании.
58. Стохастические разностные методы.
59. Методы и задачи дискретного программирования.
60. Задачи целочисленного линейного программирования.

61. Метод ветвей и границ.
62. Задача о назначениях.
63. Венгерский алгоритм.
64. Задачи оптимизации на сетях.
65. Задачи оптимизации на графах.
66. Метод динамического программирования для многошаговых задач принятия решений.
67. Принцип оптимальности Беллмана.
68. Вычислительная схема метода динамического программирования.
69. Основные понятия теории управления: цели и принципы управления, динамические системы.
70. Основные задачи теории управления: стабилизация, слежение.
71. Основные задачи теории управления: программное управление.
72. Основные задачи теории управления: оптимальное управление.
73. Основные задачи теории управления: экстремальное регулирование.
74. Классификация систем управления.
75. Структуры систем управления: разомкнутые системы.
76. Структуры систем управления: системы с обратной связью.
77. Структуры систем управления: комбинированные системы.
78. Динамические и статические характеристики систем управления: переходная и весовая функции и их взаимосвязь, частотные характеристики.
79. Понятие об устойчивости систем управления.
80. Устойчивость по Ляпунову.
81. Асимптотическая устойчивость.
82. Экспоненциальная устойчивость.
83. Свойства систем управления: управляемость.
84. Свойства систем управления: наблюдаемость.
85. Свойства систем управления: стабилизируемость.
86. Качество процессов управления в линейных динамических системах.
87. Управление при действии возмущений.

88. Управление в условиях неопределенности.
89. Позитивные динамические системы: основные определения и свойства.
90. Стабилизация позитивных систем при неопределенности.
91. Идентификация динамических систем.
92. Классификация дискретных систем автоматического управления.
93. Дискретные системы.
94. Передаточная, переходная и весовая функции импульсной системы.
95. Передаточная функция разомкнутой системы.
96. Передаточная функция замкнутой системы.
97. Устойчивость дискретных систем.
98. Исследование устойчивости систем по первому приближению.
99. Исследование устойчивости систем методом функций Ляпунова.
100. Исследование устойчивости систем методом сравнения.
101. Элементы теории бифуркации.
102. Основные виды нелинейностей в системах управления.
103. Методы исследования поведения нелинейных систем.
104. Управление системами с последействием.
105. Классификация оптимальных систем.
106. Принцип Заде.
107. Принцип максимума Понтрягина.
108. Динамическое программирование.
109. Эвристические методы стабилизации: нейросети, размытые множества, интеллектуальное управление.
110. Определение и общая классификация видов информационных технологий.
111. Модели, методы и средства сбора, хранения, коммуникации и обработки информации с использованием компьютеров.
112. Программно-технические средства реализации современных офисных технологий.
113. Программные средства создания и обработки электронных таблиц.

114. Программные средства создания графических объектов, графические процессоры (векторная и растровая графика).
115. Понятие информационной системы, банки и базы данных.
116. Логическая и физическая организация баз данных.
117. Основные сетевые концепции.
118. Глобальные, территориальные и локальные сети.
119. Сетевая модель OSI.
120. Модели взаимодействия компьютеров в сети.
121. Преобразование сообщений в электрические сигналы, их виды и параметры.
122. Проводные и беспроводные каналы передачи данных.
123. Локальные сети: основные понятия.
124. Топологии ЛВС.
125. Сетевое оборудование ЛВС.
126. Сети с коммутацией пакетов и ячеек, схемотехника и протоколы.
127. Принципы межсетевого взаимодействия и организации пользовательского доступа.
128. Методы и средства защиты информации в сетях.
129. Базовые технологии безопасности.
130. Ключевые аспекты WWW-технологии.
131. Методы и средства поиска информации в Internet, информационно-поисковые системы.
132. Программные средства записи, обработки и воспроизведения звуковых и видеофайлов.
133. Мультимедиа в вычислительных сетях.
134. Современные логики. Формализмы, основанные на классической и математической логиках.
135. Фреймы: понятие, назначение.
136. Семантические сети и графы.
137. Модели, основанные на прецедентах.

- 138. Логический вывод и умозаключение на знаниях.
- 139. Классификация экспертных систем.
- 140. Назначение и принципы построения экспертных систем.
- 141. Основные разделы теории и приложений искусственного интеллекта.
- 142. Принципы организации знаний.
- 143. Виды и уровни знаний.
- 144. Знания и данные. Факты и правила.
- 145. Требования к системам представления и обработки знаний.

3. Процедура вступительного экзамена

Вступительный экзамен в аспирантуру проводится по билетам, билет содержит три вопроса. Время на подготовку к ответу составляет 1 час. Экзамен принимает специально сформированная экзаменационная комиссия.

Вступительные испытания оформляются протоколом, в котором фиксируются вопросы экзаменаторов к поступающему.

4. Критерии оценки результатов вступительного экзамена

10-балльная система оценки включает следующие параметрические уровни знаний и соответствующие им оценки и баллы (Таблица 1):

Таблица 1

Шкала оценивания

10-балльная система	4-балльная система
10	Отлично
9	
8	
7	Хорошо
6	
5	Удовлетворительно
4	
3	Неудовлетворительно
2	
1	

Десятибалльная шкала включает критерии, которые ранжированы следующим образом (Таблица 2):

Таблица 2

**Формирование балльной оценки вступительного экзамена по
специальной дисциплине**

Цифровое выражение	Словесное выражение	Описание
10	Отлично (5+)	<p>Ответ глубокий, полный и правильный. Поступающий:</p> <ul style="list-style-type: none"> • точно использует научную терминологию, стилистически грамотно, логически правильно излагает ответ на вопросы; • проявил углубленные знания по существу вопроса, изложенного в билете; • полно и глубоко усвоил положения основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой вступительного экзамена; • способен обобщить материал, сделать собственные обоснованные выводы, выразить свое мнение, привести иллюстрирующие примеры
9	Отлично (5)	<p>Ответ полный и правильный. Поступающий:</p> <ul style="list-style-type: none"> • использует научную терминологию, стилистически грамотно, логически правильно излагает ответ на вопросы; • проявил отличные знания по существу вопроса, изложенного в билете; • полно усвоил положения основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой вступительного экзамена; • способен представить некоторые обобщения материала, сделать собственные выводы, привести иллюстрирующие примеры
8	Отлично (5-)	<p>Ответ полный и правильный в рамках вопросов билета. Поступающий:</p> <ul style="list-style-type: none"> • использует научную терминологию,

		<p>логически правильно излагает ответ на вопросы;</p> <ul style="list-style-type: none"> • проявил отличные знания по существу вопроса, изложенного в билете; • достаточно полно усвоил положения основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой вступительного экзамена; • способен представить некоторые обобщения материала, выразить свое мнение, привести иллюстрирующие примеры
7	Хорошо (4+)	<p>Ответ правильный, но недостаточно полный. Поступающий:</p> <ul style="list-style-type: none"> • использует научную терминологию, правильно излагает ответ на вопросы; • проявил хорошие знания по существу вопроса, изложенного в билете; • усвоил положения основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой вступительного экзамена; • способен представить некоторые обобщения материала, сделать выводы.
6	Хорошо (4)	<p>Ответ правильный, но неполный. Поступающий:</p> <ul style="list-style-type: none"> • использует научную терминологию, в основном правильно излагает ответ на вопросы; • проявил хорошие знания по существу вопроса, изложенного в билете; • усвоил положения основной и части дополнительной литературы, рекомендованной программой вступительного экзамена; • способен представить некоторые обобщения материала, сделать отдельные выводы.

5	Удовлетворительно (3+)	<p>Ответ правильный в основных моментах. Поступающий:</p> <ul style="list-style-type: none"> • использует фрагментарно научную терминологию, допускает ошибки в деталях при ответе на вопросы; • проявил недостаточно хорошие знания по существу вопроса, изложенного в билете; • усвоил положения основной литературы, рекомендованной программой вступительного экзамена; • способен представить некоторые обобщения материала
4	Удовлетворительно (3)	<p>Ответ правильный в основных моментах. Поступающий:</p> <ul style="list-style-type: none"> • использует фрагментарно научную терминологию, допускает ошибки при ответе на вопросы; • проявил удовлетворительные знания по существу вопроса, изложенного в билете; • усвоил некоторые положения основной литературы, рекомендованной программой вступительного экзамена; • способен представить некоторые обобщения материала
3	Неудовлетворительно (2+)	<p>В ответе имеются существенные ошибки. Поступающий:</p> <ul style="list-style-type: none"> • не использует научную терминологию, допускает ошибки при ответе на вопросы; • проявил неудовлетворительные знания по существу вопроса, изложенного в билете; • плохо усвоил положения основной литературы, рекомендованной программой вступительного экзамена; • не способен представить обобщения материала и сделать выводы.
2	Неудовлетворительно (2)	<p>Ответ полностью не соответствует предъявляемым требованиям. Поступающий:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ответы частично или полностью не

		<p>соответствуют вопросам билета;</p> <ul style="list-style-type: none"> • проявил неудовлетворительные знания по существу вопроса, изложенного в билете; • не усвоил положения основной литературы, рекомендованной программой вступительного экзамена; • не способен представить обобщения материала и сделать выводы.
1	Неудовлетворительно (1)	<p>Поступающий:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ответы полностью не соответствуют вопросам билета; • отказ от ответа

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение вступительного экзамена

5.1. Базовая литература

1. Афонин В. В., Федосин С. А. Моделирование систем: учебно-практическое пособие. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2017.
2. Гапоненко А. Л. Теория управления. - М.: Юрайт, 2017.
3. Козлов В. Н. Системный анализ, оптимизация и принятие решений. -М.: Проспект, 2016.
4. Орлова И.В., Половников В.А. Экономико-математические методы и модели. Компьютерное моделирование. - М.: Вузовский учебник, 2018.
5. Рой О. М. Теория управления. - М.: КноРус, 2016.
6. Советов Б. Я., Яковлев С. А. Моделирование систем. - М.: Юрайт, 2017.
7. Фомин Г.П. Математические методы и модели в коммерческой деятельности. — 4-е изд., пер. и доп. — М. : Юрайт, 2019.

5.2. Основная литература

1. Зуб А. Т. Принятие управленческих решений. Теория и практика. Форум, - М.: Инфра-М, 2010.
2. Орлов А. И. Организационно-экономическое моделирование: теория принятия решений. - М.: КноРус, 2015.

3. Саати Т. Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях. Аналитические сети. - М.: Ленанд, 2015.
4. Юдин Д. Б. Вычислительные методы теории принятия решений. - М.: Либроком, 2013.

5.3. Дополнительная литература

1. Бурганова Л. А. Теория управления. - М.: Инфра-М, 2013.
2. Васильева Л.Н., Деева Е.А. Моделирование микроэкономических процессов и систем: учебник. – М.: КноРус, 2012.
3. Гончаров В.А. Методы оптимизации. – М.: Юрайт, 2016.
4. Королев А. Л. Компьютерное моделирование. – М.: БИНОМ, 2012.