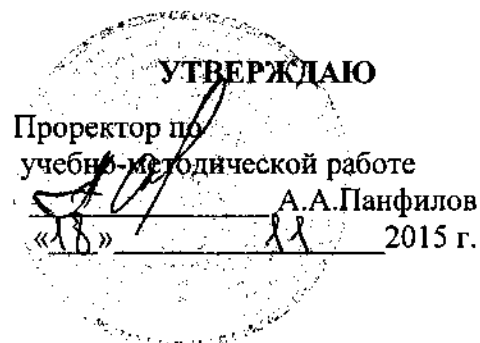


Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ»

Направление подготовки 27.03.04 *Управление в технических системах*

Профиль подготовки *Управление и информатика в технических системах*

Уровень высшего образования *бакалавриат*

Форма обучения *очная*

Семестр	Трудоем- кость зач, ед, час.	Лек- ций, час.	Практик. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
5	4/144	18	18	18	90	зачет с оценкой
Итого	4/144	18	18	18	90	зачет с оценкой

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины «Методы оптимизации» является формирование у студентов компетенции, направленной на поиск наиболее эффективных решений поставленных прикладных задач, освоение типовых моделей этих задачи и алгоритмов их решения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам вариативной части учебного плана.

Данная дисциплина основывается на теоретических положениях, излагаемых в дисциплине «Математика». Знания, получаемые студентами при изучении этой дисциплины, используются в дальнейшем при освоении соответствующих разделов «Теории автоматического управления» в программе бакалавриата, а также в дисциплине «Оптимальное управление» в программе магистратуры, при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Методы оптимизации» позволит студентам овладеть следующими компетенциями:

- способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики (ОПК - 1);
- способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК - 2).

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать: общую формулировку задачи оптимизации, классификацию оптимизационных задач, типовые модели этих задач и методы их решения.

Уметь: сформулировать содержательную постановку задачи и осуществить ее формализацию, определить тип полученной модели, выбрать соответствующий метод решения, применить его к поставленной задаче, используя для этого компьютерную технику с соответствующим программным обеспечением.

Владеть: методами классического математического анализа, методами линейного и нелинейного программирования, сетевого планирования и динамического программирования, универсальным и специальным программным обеспечением.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы, с примене- нием интеракти- вных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) , форма промеж-й аттестации (по сем)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	Общее представление об оптимизации и ее роль в обеспечении эффективно-го решения прикладных задач. Примеры оптимизационных задач.	5	1-2	2				4		1/50	
2	Методика формализации оптимизационных задач. Классификация их по виду математической модели.	5	3-4	2	2			6		2/50	
3	Задачи, модели и методы линейного программирования	5	5-6	2	4	4		12		5/50	1 рейтинг-к онтроль
4	Задачи линейного программирования, интер-претируемые на графах и методы их решения	5	7-8	2	3	4		12			
5	Транспортные задачи линейного программирования и методы их решения	5	9-10	2	3	4		12			
6	Задачи и модели нелинейной статической оптимизации и их решение методами классического математического анализа	5	11-12	2	2			8		2/50	2 рейтинг-к онтроль
7	Численные методы поиска экстремума целевой функции	5	13-14	2	2	6		16		5/50	
8	Понятие о динамической оптимизации. Модели и методы динамического программирования	5	15-16	2	2			8		2/50	
9	Основные подходы к решению задач векторной (многокритериальной) оптимизации	5	17	1				6		0,5/50	
10	Основные подходы к решению задач стохастической	5	18	1				6		0,5/50	3 рейтинг-ко нтроль

	оптимизации									
	Всего 108		18	18	18		90		18/33%	Зачет с оценкой

Содержание дисциплины

Лекции

Тема 1. «Общее представление об оптимизации и ее роль в обеспечении эффективного решения прикладных задач».

Примеры оптимизационных задач из реальных областей техники, экономики и т.п. Понятие о критерии оптимальности (целевой функции) и ограничениях.

Тема 2. «Методика формализации оптимизационных задач их классификация».

Разбор различных примеров с описанием содержательной постановки задачи и получения ее математической модели. Изложение общей методики формализации. Классификация оптимизационных задач: скалярная и векторная, статическая и динамическая, детерминированная и стохастическая. Задачи и модели математического программирования и их разновидности: линейное, нелинейное, квадратичное, сепарабельное, геометрическое программирование.

Тема 3. «Задачи, модели и методы линейного программирования (ЛП)».

Модель ЛП и ее запись в развернутом и векторно-матричном виде. Общая и каноническая задачи ЛП. Понятие о свободных и базисных переменных, основные свойства систем линейных алгебраических уравнений. Геометрическая интерпретация задач ЛП и их графическое решение. Основные свойства решения задач ЛП. Сущность алгебраического метода решения задач ЛП – симплекс-метод. Проблемы отыскания начального опорного решения и ее решение методом штрафов.

Тема 4. «Задачи линейного программирования, интерпретируемые на графах и методы их решения».

Основные сведения о графах. Формулировка задачи о кратчайших путях в графе и ее решение методом Дейкстры. Формулировка задачи о критическом пути в графе и алгоритм ее решения, понятие о сетевом планировании и его связь с задачей о критическом пути. Понятие о транспортной сети, формулировка задачи об отыскании максимального потока в транспортной сети и ее решение методом Форда – Фалкерсона. Формулировка задачи об оптимальном распределении заданного потока в транспортной сети и алгоритм ее решения.

Тема 5. «Транспортные задачи линейного программирования и методы их решения».

Формулировка классической транспортной задачи, ее прикладное значение. Решение транспортной задачи с использованием метода северо-западного угла и метода потенциалов. Особенность несбалансированных транспортных задач, многопродуктовых задач и задач с промежуточными пунктами.

Тема 6 «Задачи и модели нелинейной статической оптимизации и их решение методами классического математического анализа».

Модель задачи оптимизации с нелинейной целевой функцией, примеры прикладных задач такого типа. Необходимое и достаточное условия экстремума. Понятие градиента и матрицы Гессе и их использование при использовании необходимого и достаточного условий экстремума. Трудности использования аналитических условий для отыскания экстремума в реальных практических задачах.

Тема 7 «Численные методы поиска экстремума целевой функции».

Алгоритмы поиска экстремума, использующие производные: алгоритм Ньютона-Рафсона, градиентные алгоритмы и их версии, графическая интерпретация поиска экстремума с использованием градиентного метода. Алгоритмы поиска, не использующие производных: алгоритм полного перебора узловых точек сетки в области допустимых значений, покоординатный поиск, симплекс-метод, алгоритм случайного поиска.

Тема 8 «Понятие о динамической оптимизации. Модели и методы динамического программирования».

Общая формулировка задачи динамической оптимизации, понятие о функционале качества, роль

и характер ограничений. Основные направления математической теории динамической оптимизации (оптимального управления):

- классическое вариационное исчисление;
- принципы максимума Понтрягина;
- динамическое программирование Беллмана.

Формулировка классической задачи динамического программирования и принципа оптимальности Р.Беллмана. Иллюстрация его применения. Примеры задач динамического программирования.

Тема 9 «Основные подходы к решению задач векторной (многокритериальной) оптимизации».

Прикладные значения задач многокритериальной оптимизации. Методы сведения их к однокритериальной задаче.

Тема 10 «Основные подходы к решению задач стохастической оптимизации».

Прикладное значение задач стохастической оптимизации, методика их математического описания, основные подходы к решению.

Темы практических занятий

Тема №1. Разбор примеров задач оптимизации и их формализации.

Тема № 2. Решение задач линейного программирования графическим способом.

Тема № 3. Решение задач линейного программирования симплекс-методом.

Тема № 4. Решение задач линейного программирования, интерпретируемых на графах – задачи о кратчайших путях и критическом пути. Сетевое планирование.

Тема № 5. Транспортные сети и решение задач о максимальном потоке и оптимальном распределении заданного потока.

Тема № 6. Решение классических транспортных задач с использованием метода северо-западного угла и метода потенциалов.

Тема № 7. Решение задач с нелинейной целевой функцией средствами классического математического анализа.

Тема № 8. Примеры задач динамического программирования – о распределении выделенных средств одному предприятию, об оптимальном календарном графике замены оборудования, об оптимальном управлении персоналом при неравномерном плане производства.

Темы лабораторных работ

Лабораторная работа №1. Решение задач линейного программирования.

Лабораторная работа №2. Решение транспортных задач.

Лабораторная работа №3. Сетевое планирование.

Лабораторная работа №4. Поиск экстремума с использованием градиентных методов.

Лабораторная работа №5. Поиск экстремума с использованием метода Нелдера-Мида.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Изучение дисциплины «**Методы оптимизации**» предполагает не только запоминание и понимание, но и анализ, синтез, рефлексия, формирует универсальные умения и навыки, являющиеся основой становления специалиста-профессионала. Для реализации компетентностного подхода предлагается интегрировать в учебный процесс интерактивные образовательные технологии, включая информационные и коммуникационные технологии (ИКТ), при осуществлении различных видов учебной работы:

- учебную дискуссию;
- электронные средства обучения (слайд-лекции, компьютерные тесты);
- дистанционные (сетевые) технологии.

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

Для текущего контроля успеваемости студентов предусмотрено три рейтинг-контроля, проводимых согласно принятому в университете графику.

ТЕМЫ, ВЫНОСИМЫЕ НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ ПРОРАБОТКУ

1. Анализ примеров оптимизационных задач.
2. Формализация оптимизационных задач: изучение примеров из различных предметных областей; изучение общей методики получения математической модели.
3. Модель линейного программирования, графическое и алгебраическое решение, отыскание начального опорного решения, самостоятельное решение задач с заданными исходными условиями.
4. Задачи линейного программирования, интерпретируемые на графах: изучение формулировок задач и методов решения – задачи о кратчайших путях, задачи о графе наименьшей длины, задачи о критическом пути в графе, задачи о максимальном потоке в транспортной сети, задачи об оптимальном распределении заданного потока в транспортной сети. Самостоятельное решение задач каждого типа с заданными исходными условиями.
5. Модели и алгоритмы решения классической транспортной задачи, самостоятельное решение задач с помощью метода северо-западного угла и метода потенциалов.
6. Поиск экстремума нелинейной целевой функции методами классического математического анализа: изучение теории, разбор примеров, самостоятельное решение задач.
7. Поиск экстремума нелинейной целевой функции с использованием численных методов: изучение алгоритмов и программ поиска экстремума, самостоятельное решение задач.
8. Динамическая оптимизация и динамическое программирование: изучение теории, анализ прикладных задач с разбором техники их решения.
9. Многокритериальная оптимизация: изучение прикладных задач, ознакомление с примерами их формализации и решение.
10. Стохастическая оптимизация: изучение примеров прикладных задач, их формализация и решение.

ВОПРОСЫ к рейтинг-контролю знаний студентов

Рейтинг-контроль №1

1. В чем состоит сущность оптимизации?
2. Что представляет собой предмет изучения теории оптимизации, и каково её назначение?
3. Какими факторами определяется значение теории оптимизации на современном этапе?
4. Что представляет собой критерий оптимизации?
5. Каким образом формулируется задача однокритериальной и многокритериальной оптимизации?
6. В чем состоит формализация оптимизационной задачи, и какую цель она преследует?
7. Примеры формализации оптимизационных задач:

- об определении оптимальных размеров цилиндрической емкости;
 - об оптимальном расположении диспетчерского пункта, связанного с периферийными пунктами по принципу звезды.
 - об отыскании оптимальной стоимости товара (или услуги);
 - об оптимальном планировании производственной деятельности предприятия;
 - об определении оптимального плана перевозок в транспортной системе;
 - задача о рюкзаке.
8. Методика теоретического подхода к получению математической модели оптимизационной задачи.
 9. Записать модель задачи математического программирования в развернутом и векторно-матричном виде.
 10. В чем состоят особенности следующих разновидностей модели математического программирования:
 - квадратичного;
 - геометрического;
 - сепарабельного;
 - линейного;
 - целочисленного.
 11. Записать соотношения образующие общую математическую модель линейного программирования в развернутом и векторно-матричном виде.
 12. В чем состоит каноническая (стандартная) модель ЗЛП. Каким образом общую ЗЛП можно свести к канонической?
 13. В чем состоит геометрическая интерпретация ЗЛП для двумерной, трехмерной и n-мерной задач?
 14. Что такое ОДР, и какими особенностями она обладает для ЗЛП?
 15. В чем состоит сущность алгебраического подхода к решению ЗЛП?
 16. Что такое базисные и свободные переменные в условиях ЗЛП?
 17. Что такое допустимый опорный план в ЗЛП?
 18. Какие методы существуют для отыскания допустимого начального плана в ЗЛП, в чем состоит сущность метода штрафов?
 19. Каким образом формируется симплекс – таблица для решения ЗЛП алгебраическим методом?
 20. Каким образом выбирается разрешающий столбец и разрешающая строка при использовании симплекс-метода в решении ЗЛП?
 21. Что свидетельствует о том, что в результате симплекс преобразований получено оптимальное решение?

Рейтинг-контроль №2

1. Что такое граф, дуга и ребро графа, взвешенный граф, ориентированный и неориентированный граф, цикл и контур?
2. Как определяется матрица смежности графа?
3. Каким образом формулируется задача о кратчайшем пути в графе?
4. Каким образом формулируется задача о критическом пути в графе? Что такое сетевое планирование и какая связь его с задачей об определении критического пути?
5. Каким образом формулируется задача о графе наименьшей длины?
6. Сформулировать определение транспортной сети, что такое поток сети.

7. Сформулировать задачу об определении максимального потока транспортной сети.
8. Сформулировать задачу об оптимальном распределении заданного потока в транспортной сети.
9. Сформулировать классическую оптимизационную транспортную задачу.
10. Записать математическую модель классической транспортной задачи. В чем состоят её особенности как задачи линейного программирования?
11. Что такое сбалансированная и несбалансированная транспортная задача, каким образом несбалансированная транспортная задача сводится к сбалансированной?
12. Для какой цели используется метод северо-западного угла и в чем он состоит?
13. В чем состоит много продуктовая транспортная задача?

Рейтинг-контроль №3

1. Постановка задачи нелинейной статической оптимизации и её особенности, примеры.
2. Математическая модель задачи нелинейной статической оптимизации и запись её в развернутом и кратком векторно-матричном виде.
3. Понятие об экстремумах целевой функции, связь задачи оптимизации с экстремальностью.
4. Необходимое условие экстремума для ЦФ одной и нескольких переменных. Понятие о градиенте. Запись необходимого условия с использованием градиента.
5. Основные свойства градиента. Понятие о линиях равного уровня ЦФ.
6. Достаточное условие экстремума ЦФ одной и нескольких переменных.
7. Проблемы практического использования аналитических условий для отыскания экстремумов.
8. Численные методы отыскания экстремумов не использующие производных.
9. Численные методы отыскания экстремумов с использованием производных. Алгоритм Ньютона-Рафсона.
10. Алгоритм градиентного поиска экстремума. Его векторно-матричная запись и развернутая форма для $n=2$.
11. Графическая интерпретация градиентного поиска экстремума.
12. Влияние настраиваемого параметра в градиентном алгоритме на характер поиска.
13. Понятие о целевой функции овражного типа и особенности поиска экстремума для таких целевых функций.
14. Проблема оптимизации для многоэкстремальных ЦФ.
15. Проблема оптимизации при наличии ограничений, её решение с использованием метода штрафных функций.
16. Постановка задачи об оптимальном динамическом управлении. Понятие о непрерывных и дискретных процессах и системах.
17. Классическая формулировка задачи об оптимизации динамического управления. Понятие о функционале качества (эффективности).
18. Основные направления в математической теории оптимального динамического управления.
19. Классическая формулировка динамического программирования, её особенности.
20. Примеры задачи динамического программирования – формулировки задач:
 - Задача об оптимальном поэтапном распределении инвестиций в течение планового периода.

- Задача об оптимальном единовременном распределении выделенных средств.
 - Задача об оптимальном плане замены оборудования.
 - Задача об оптимальном календарном планировании трудовых ресурсов.
21. Формулировка принципа оптимальности Р.Беллмана для динамического программирования.

Вопросы к зачету с оценкой по курсу «Методы оптимизации»

1. В чем состоит сущность оптимизации?
2. Что представляет собой предмет изучения теории оптимизации, и каково её назначение?
3. Какими факторами определяется значение теории оптимизации на современном этапе?
4. Что представляет собой критерий оптимизации?
5. Каким образом формулируется задача однокритериальной и многокритериальной оптимизации?
6. В чем состоит формализация оптимизационной задачи, и какую цель она преследует?
7. Примеры формализации оптимизационных задач:
 - об определении оптимальных размеров цилиндрической емкости;
 - об оптимальном расположении диспетчерского пункта, связанного с периферийными пунктами по принципу звезды.
 - об отыскании оптимальной стоимости товара (или услуги);
 - об оптимальном планировании производственной деятельности предприятия;
 - об определении оптимального плана перевозок в транспортной системе;
 - задача о рюкзаке.
8. Методика теоретического подхода к получению математической модели оптимизационной задачи.
9. Записать модель задачи математического программирования в развернутом и векторно-матричном виде.
10. В чем состоят особенности следующих разновидностей модели математического программирования:
 - квадратичного;
 - геометрического;
 - сепарабельного;
 - линейного;
 - целочисленного?
11. Записать соотношения образующие общую математическую модель линейного программирования в развернутом и векторно-матричном виде.
12. В чем состоит каноническая (стандартная) модель ЗЛП. Каким образом общую ЗЛП можно свести к канонической?
13. В чем состоит геометрическая интерпретация ЗЛП для двумерной, трехмерной и n-мерной задач?
14. Что такое ОДР, и какими особенностями она обладает для ЗЛП?
15. В чем состоит сущность алгебраического подхода к решению ЗЛП?
16. Что такое базисные и свободные переменные в условиях ЗЛП?
17. Что такое допустимый опорный план в ЗЛП?
18. Какие методы существуют для отыскания допустимого начального плана в ЗЛП, в чем состоит сущность метода штрафов?

19. Каким образом формируется симплекс – таблица для решения ЗЛП алгебраическим методом?
20. Каким образом выбирается разрешающий столбец и разрешающая строка при использовании симплекс-метода в решении ЗЛП?
21. Что свидетельствует о том, что в результате симплекс преобразований получено оптимальное решение?
22. Что такое граф, дуга и ребро графа, взвешенный граф, ориентированный и неориентированный граф, цикл и контур?
23. Как определяется матрица смежности графа?
24. Каким образом формулируется задача о кратчайшем пути в графе?
25. Каким образом формулируется задача о критическом пути в графе? Что такое сетевое планирование и какая связь его с задачей об определении критического пути?
26. Каким образом формулируется задача о графе наименьшей длины?
27. Сформулировать определение транспортной сети, что такое поток сети.
28. Сформулировать задачу об определении максимального потока транспортной сети.
29. Сформулировать задачу об оптимальном распределении заданного потока в транспортной сети.
30. Сформулировать классическую оптимизационную транспортную задачу.
31. Записать математическую модель классической транспортной задачи. В чем состоят её особенности как задачи линейного программирования.
32. Что такое сбалансированная и несбалансированная транспортная задача, каким образом несбалансированная транспортная задача сводится к сбалансированной?
33. Для какой цели используется метод северо-западного угла и в чем он состоит?
34. В чем состоит много продуктовая транспортная задача?
22. Постановка задачи нелинейной статической оптимизации и её особенности, примеры.
23. Математическая модель задачи нелинейной статической оптимизации и запись её в развернутом и кратком векторно-матричном виде.
24. Понятие об экстремумах целевой функции, связь задачи оптимизации с экстремальностью.
25. Необходимое условие экстремума для ЦФ одной и нескольких переменных. Понятие о градиенте. Запись необходимого условия с использованием градиента.
26. Основные свойства градиента. Понятие о линиях равного уровня ЦФ.
27. Достаточное условие экстремума ЦФ одной и нескольких переменных.
28. Проблемы практического использования аналитических условий для отыскания экстремумов.
29. Численные методы отыскания экстремумов не использующие производных.
30. Численные методы отыскания экстремумов с использованием производных. Алгоритм Ньютона-Рафсона.
31. Алгоритм градиентного поиска экстремума. Его векторно-матричная запись и развернутая форма для $n=2$.
32. Графическая интерпретация градиентного поиска экстремума.
33. Влияние настраиваемого параметра в градиентном алгоритме на характер поиска.
34. Понятие о целевой функции овражного типа и особенности поиска экстремума для таких целевых функций.
35. Проблема оптимизации для многоэкстремальных ЦФ.

36. Проблема оптимизации при наличии ограничений, её решение с использованием метода штрафных функций.
37. Постановка задачи об оптимальном динамическом управлении. Понятие о непрерывных и дискретных процессах и системах.
38. Классическая формулировка задачи об оптимизации динамического управления. Понятие о функционале качества (эффективности).
39. Основные направления в математической теории оптимального динамического управления.
40. Классическая формулировка динамического программирования, её особенности.
41. Примеры задачи динамического программирования – формулировки задач:
- Задача об оптимальном поэтапном распределении инвестиций в течение планового периода.
 - Задача об оптимальном единовременном распределении выделенных средств.
 - Задача об оптимальном плане замены оборудования.
 - Задача об оптимальном календарном планировании трудовых ресурсов.
42. Формулировка принципа оптимальности Р.Беллмана для динамического программирования.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература:

1. Исследование операций и методы оптимизации [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Сеславин А.И., Сеславина Е.А. - М. : УМЦ ЖДТ, 2015. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785890358271.html>
2. Дискретная оптимизация. Модели, методы, алгоритмы решения прикладных задач [Электронный ресурс] / Струченков В.И. - М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2016. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785913591814.html>
3. Численные методы [Электронный ресурс] / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. - 8-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ, 2015. - (Классический университетский учебник). - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996326167.html>

б) дополнительная литература:

1. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование: Учебное пособие / И.В. Орлова, В.А. Половников. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Вузовский Режим доступа: <http://znanium.com/>
2. Теория автоматического управления. Т. 1. Линейные системы [Электронный ресурс] / К и м Д. П. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922108577.html>
3. MATLAB 6.5 SP1/7 + Simulink 5/6 в математике и моделировании [Электронный ресурс] / В.П. Дьяконов - М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2009. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5980032096.html>

в) периодические издания

1. Журнал «Теория и системы управления»
2. Журнал «Проблемы теории и практики управления». ISBN 0234-4505

з) Интернет-ресурсы:

1. <http://www.exponenta.ru/>
2. <http://matlab.exponenta.ru/index.php>
3. <http://elibrary.ru>, Научная электронная библиотека.

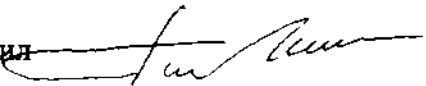
4. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ»

Набор слайдов:

1. Для чтения лекций используется мультимедийное оборудование.
2. Программные пакеты: MATLAB.

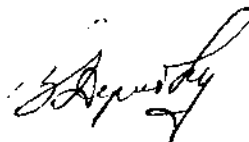
Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 27.03.04 «Управление в технических системах».

Рабочую программу составил



А.А.Галкин
профессор, к.т.н.

Рецензент
Начальник лаборатории
ЗАО «Автоматика плюс» к.т.н.



В.М.Дерябин

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры УИТЭС

Протокол № 10/1 от 18.11.15 года

Заведующий кафедрой



А.Б. Градусов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии
направления «Управление в технических системах»

Протокол № 8 от 18.11.15 года



Председатель комиссии

А.Б. Градусов