

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Рязанский государственный радиотехнический университет»**

**имени В.Ф. Уткина**

**КАФЕДРА АВТОМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УПРАВЛЕНИИ**

«СОГЛАСОВАНО»

Директор ИМиА

\_\_\_\_\_ О.А. Бодров

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по РОПиМД

\_\_\_\_\_ А.В. Корячко

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

Заведующий кафедрой АИТУ

\_\_\_\_\_ П.В.Бабаян

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.1.В.07а «Методы оптимизации»**

Направление подготовки

**09.06.01 Информатика и вычислительная техника**

Направленность: «Системный анализ, управление и обработка информации  
(по отраслям)»

Уровень образования: Высшее образование – подготовка кадров высшей  
квалификации

Квалификация выпускника – Исследователь. Преподаватель-исследователь

Формы обучения – заочная

Нормативный срок обучения – 4 г 6 м

Рязань, 2020 г.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по программе аспирантуры 09.06.01 Информатика и вычислительная техника, направленность (Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям), утвержденного приказом Минобрнауки России от № 875 от 30.07.2014.

Разработчик д.т.н,  
профессор  
кафедры АИТУ

Ю.С. Бехтин

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры автоматике и информационных технологий в управлении \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой автоматике и  
информационных технологий в управлении

П.В. Бабаян

## **1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы направления**

*Целью дисциплины* является формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков для решения задач однокритериальной конечномерной оптимизации численными методами.

*Основные задачи освоения учебной дисциплины:*

1. изучение различных численных методов для нахождения экстремальных значений целевой функции;
2. изучение теоретических основ конечномерной оптимизации;
3. овладение элементарными теоретическими и практическими навыками поиска экстремальных значений целевой функции с использованием различных программных сред.

В результате освоения дисциплины студент должен обладать следующими **профессиональными компетенциями (ПК):**

владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области информатики и вычислительной техники, включая системный анализ, управление и обработку информации, культурой научного исследования, в том числе с использованием новейших информационно-телекоммуникационных технологий (ПК-1);

способность к разработке новых методов исследования и их применению в научно-исследовательской деятельности в области системного анализа и обработки информации (ПК-2);

способность к разработке эффективных вычислительных алгоритмов в области системного анализа и обработки информации с применением современных компьютерных технологий (ПК-3).

Коды компетенций	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-1	Владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области информатики и вычислительной техники, включая системный анализ, управление и обработку информации, культурой научного исследования, в том числе с использованием новейших информационно-телекоммуникационных технологий	<p><u>Знать:</u> терминологию, основы теории, методы и алгоритмы системного анализа и оптимального управления, обработки информации.</p> <p><u>Уметь:</u> применять полученные знания об основных методах оптимизации при решении конкретных задач, требующих предварительной обработки, фильтрации и восстановления информации, а также оптимального управления.</p> <p><u>Владеть:</u> навыками выбора соответствующего метода и алгоритма; опытом работы с различными информационно-телекоммуникационными технологиями.</p>
ПК-2	Способность к разработке новых методов исследования и их применению в научно-исследовательской деятельности в области системного анализа и обработки информации	<p><u>Знать:</u> классификацию методов оптимизации и оптимального управления.</p> <p><u>Уметь:</u> выбирать и/или разрабатывать соответствующий метод и алгоритм оптимизации при решении задач управления и системного анализа.</p> <p><u>Владеть:</u> математическим аппаратом теории оптимизации для проведения системного анализа и обработки информации при решении научно-исследовательских задач.</p>
ПК-3	Способность к разработке эффективных вычислительных алгоритмов в области системного анализа и обработки информации с применением современных компьютерных технологий	<p><u>Знать:</u> теорию вычислительного эксперимента, методы и алгоритмы статистической обработки информации с использованием стандартных вычислительных средств.</p> <p><u>Уметь:</u> анализировать полученные результаты предварительной</p>

		<p>обработки информации с целью разработки математических моделей объектов и систем оптимального управления.  <u>Владеть:</u> языками программирования в специализированных средах при решении различных задач оптимизации.</p>
--	--	---

## 2. Место дисциплины в структуре ООП направления

Данная дисциплина относится к блоку дисциплин по выбору. Дисциплина изучается по очной форме обучения на 3 курсе в 6 семестре; базируется на знаниях, полученных в ходе изучения соответствующих дисциплин в процессе подготовки бакалавров и магистров. В таких дисциплинах могут излагаться математические основы теории систем, отдельные методы оптимизации, методы математического моделирования объектов и систем управления, а также другие вопросы, косвенно или прямо относящиеся к цели и задачам дисциплины.

До начала изучения учебной дисциплины обучающиеся должны

**знать:** сущность принятия оптимальных решений, основные подходы к формированию целевой функции и ограничений, методы конечномерной оптимизации в рамках подготовки бакалавров и магистров;

**уметь:** использовать методы и алгоритмы конечномерной оптимизации при проектировании систем управления и обработки информации;

**владеть:** навыками программирования алгоритмов оптимизации в вычислительных средах типа Matlab.

**3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет  
2 зачетных единицы (ЗЕ).

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Всего часов</b>
Общая трудоемкость дисциплины, в том числе:	72
Контактная работа обучающихся с преподавателем(всего), в том числе:	12,25
Лекции	6
Практические занятия	6
ИКР	0,25
Консультации	-
Самостоятельная работа (всего), в том числе:	56
Контроль	3,75
Вид промежуточной аттестации	Зачет

**4. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.**

**4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам**

**4.1.1. Минимизация функций.**

**4.1.1.1. Нелинейное программирование.**

Минимизация функций одной переменной. Минимизация функций нескольких переменных. Задачи на условный экстремум. Правило множителей. Нормальные задачи на условный экстремум (минимум). Минимизация функций при ограничениях типа неравенств. Негладкие задачи.

#### **4.1.1.2. Выпуклое программирование.**

Выпуклые множества и выпуклые функции. Теорема Куна-Таккера. Основная теорема выпуклого программирования. Минимизация векторных функций.

#### **4.1.1.3. Линейное программирование.**

Прямая и двойственная задачи линейного программирования (ЛП). Прикладные задачи ЛП. Симплекс-метод. Построение начальной крайней точки. Двойственный симплекс-метод. Транспортная задача.

#### **4.1.1.4. Вычислительные методы минимизации.**

Минимизация функций одной переменной. Градиентные методы. Метод Ньютона и его модификации. Метод проекции градиента. Метод штрафных функций. Методы случайного поиска.

#### **4.1.2. Минимизация функционалов.**

##### **4.1.2.1. Вариационное исчисление.**

Задача о брахистохроне. Метод вариаций. Уравнение Эйлера. Условия Лежандра и Якоби.

##### **4.1.2.2. Принцип максимума.**

Задача быстродействия. Принцип максимума Понтрягина. Условия трансверсальности. Синтез линейных систем, оптимальных по быстродействию. Дискретный принцип максимума.

##### **4.1.2.3. Динамическое программирование.**

Задача о распределении ресурсов. Принцип инвариантного погружения. Принцип оптимальности. Уравнение Беллмана. Оптимизация стохастических систем. Игровые задачи управления.

#### 4.2. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах).

№ п/п	Тема	Общая трудоемкость, всего часов	Аудиторные занятия				Самостоятельная работа
			всего	лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	
<b>1</b>	<b>Минимизация функций:</b>						
1.2	Нелинейное программирование	10	4	2	-	2	6
1.3	Выпуклое программирование	8	4	2	-	2	4
1.4	Линейное программирование	8	4	2	-	2	4
1.5	Вычислительные методы минимизации	12	6	4	-	2	6
<b>2</b>	<b>Минимизация функционалов:</b>						
2.1	Вариационное исчисление	12	6	6	-	-	6
2.2	Принцип максимума	10	6	4	-	2	4
2.3	Динамическое программирование	12	6	4	-	2	6
	Всего:	72	36	24	-	12	36

#### 4.3. Практические занятия

Практические занятия проходят с использованием средств вычислительной техники в специализированных программных средах.

##### Перечень тем практических занятий

п/п	Номер темы дисциплины	Тема практических занятий
1	1, 2	Знакомство с функциями Optimization Toolbox пакета Matlab
2	1.3	Решение задач линейного программирования
3	1.4	Моделирование и исследование численных методов безусловной оптимизации
4	2.1	Простейшая задача вариационного исчисления



## **5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Самостоятельное изучение тем учебной дисциплины способствует:

- закреплению знаний, умений и навыков, полученных в ходе аудиторных занятий;
- углублению и расширению знаний по отдельным вопросам и темам дисциплины;
- освоению умений прикладного и практического использования полученных знаний;
- освоению умений по применению методов математического моделирования для исследования и проектирования сложных динамических объектов управления;
- методологически обосновывать научные исследования и проектные решения при разработке систем и средств управления.

Самостоятельная работа как вид учебной работы может использоваться как на лекциях и в ходе выполнения лабораторных работ, а также при подготовке к лекциям и лабораторным занятиям, подготовке к экзамену.

Основными видами самостоятельной работы по дисциплине являются самостоятельное изучение и проработка вопросов по математическим методам моделирования сложных динамических объектов и систем управления.

Опциональными видами самостоятельной работы считаются доработка конспекта лекции с применением учебников, методической и дополнительной литературы; изучение и конспектирование первоисточников; подбор иллюстраций (примеров) к теоретическим положениям; подготовка сообщения, доклада, реферата на заданную тему.

### **Перечень методического обеспечения самостоятельной работы:**

Образовательные ресурсы, рекомендуемые для использования при самостоятельной работе студентов, том числе программное обеспечение, Internet- и Intranet-ресурсы (электронные учебники, компьютерные модели и др.), учебные и методические пособия:

- рабочая программа дисциплины;
- компьютеризированные учебные пособия по лекционному материалу;
- компьютеризированный демонстрационный материал для проведения лекционных занятий, выполненных в программе Power Point;
- лекционная аудитория с мультимедийным оборудованием, компьютерный класс для проведения практических работ.

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Оценочные материалы – это совокупность учебно-методических материалов (контрольных заданий, описаний форм и процедур),

предназначенных для оценки качества освоения обучающимися данной дисциплины как части основной профессиональной образовательной программы.

Цель – оценить соответствие знаний, умений и уровня приобретенных компетенций обучающихся целям и требованиям основной профессиональной образовательной программы в ходе проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.

Основная задача – обеспечить оценку уровня сформированности общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, приобретаемых обучающимися в соответствии с этими требованиями.

Контроль знаний проводится в форме текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости проводится с целью определения степени усвоения учебного материала, своевременного выявления и устранения недостатков в подготовке обучающихся и принятия необходимых мер по совершенствованию методики преподавания учебной дисциплины (модуля), организации работы обучающихся в ходе учебных занятий и оказания им индивидуальной помощи.

К контролю текущей успеваемости относятся проверка знаний, умений и навыков, приобретенных обучающимися в ходе выполнения индивидуальных заданий на практических занятиях и лабораторных работах. При оценивании результатов освоения практических занятий и лабораторных работ применяется шкала оценки «зачтено – не зачтено». Количество лабораторных и практических работ и их тематика определена рабочей программой дисциплины, утвержденной заведующим кафедрой.

Результат выполнения каждого индивидуального задания должен соответствовать всем критериям оценки в соответствии с компетенциями, установленными для заданного раздела дисциплины.

Промежуточный контроль по дисциплине осуществляется проведением экзамена.

Форма проведения экзамена – письменный ответ по утвержденным экзаменационным билетам, сформулированным с учетом содержания учебной дисциплины. После выполнения письменной работы обучаемого производится ее оценка преподавателем и, при необходимости, проводится теоретическая беседа с обучаемым для уточнения экзаменационной оценки.

#### *Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине*

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части)	Вид, метод, форма оценочного мероприятия
1	<b>Минимизация функций:</b>		
1.2	Нелинейное программирование.	ПК-1, ПК-2,	Зачет Практические

		ПК-3	занятия
1.3	Выпуклое программирование.	ПК-1, ПК-2, ПК-3	Зачет Практические занятия
1.4	Линейное программирование.	ПК-1, ПК-2, ПК-3	Зачет Практические занятия
1.5	Вычислительные методы минимизации.	ПК-1, ПК-2, ПК-3	Зачет Практические занятия
2	<b>Минимизация функционалов:</b>		
2.1	Вариационное исчисление.	ПК-1, ПК-2, ПК-3	Зачет
2.2	Принцип максимума.	ПК-1, ПК-2, ПК-3	Зачет Практические занятия
2.3	Динамическое программирование.	ПК-1, ПК-2, ПК-3	Зачет Практические занятия

*Типовые контрольные задания или иные материалы*

### **Вопросы к зачету по дисциплине**

1. Минимизация функций одной переменной.
2. Минимизация функций нескольких переменных.
3. Задачи на условный экстремум. Правило множителей.
4. Нормальные задачи на условный экстремум (минимум).
5. Минимизация функций при ограничениях типа неравенств.
6. Негладкие задачи.
7. Выпуклые множества и выпуклые функции.
8. Теорема Куна-Таккера.
9. Основная теорема выпуклого программирования.
10. Минимизация векторных функций.
11. Прямая и двойственная задачи линейного программирования (ЛП).
12. Прикладные задачи ЛП.
13. Симплекс-метод. Построение начальной крайней точки.
14. Метод Кармаркара.
15. Двойственный симплекс-метод.

16. Транспортная задача.
17. Минимизация функций одной переменной. Градиентные методы.
18. Метод Ньютона и его модификации.
19. Метод проекции градиента.
20. Методы штрафных функций.
21. Методы случайного поиска.
22. Задача о брахистохроне.
23. Метод вариаций.
24. Уравнение Эйлера.
24. Условия Лежандра и Якоби.
25. Задача быстродействия.
26. Принцип максимума Понтрягина.
27. Условия трансверсальности.
28. Синтез линейных систем, оптимальных по быстродействию.
29. Дискретный принцип максимума.
30. Задача о распределении ресурсов.
31. Принцип инвариантного погружения.
32. Принцип оптимальности.
33. Уравнение Беллмана.
34. Оптимизация стохастических систем.
35. Игровые задачи управления.
36. Оценка глобального оптимума. Миноранта. Метод перебора на равномерной и неравномерной сетках.
37. Многокритериальная оптимизация. Функция полезности. Множество Парето. ЛПР.
38. Поиск наилучшего решения на основе экспертных оценок.
39. Метод наименьших квадратов (МНК). Теорема Гаусса-Маркова. Свойства оценок МНК. Точечные и интервальные оценки.
40. Оценки параметров по методу максимума апостериорной плотности вероятности.
41. Оценки максимального правдоподобия.

## Типовые задания для самостоятельной работы

1. Чтение и анализ научной литературы по темам и проблемам курса.
2. Конспектирование, аннотирование научных публикаций.
3. Рецензирование учебных пособий, статей.
4. Анализ нормативных документов и научных отчетов.
5. Подготовка выступлений для коллективной дискуссии.

## Критерии оценивания компетенций (результатов)

Уровень освоения сформированности знаний, умений и навыков по дисциплине оценивается в форме бальной отметки:

**«Отлично»** заслуживает аспирант, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «отлично» выставляется аспирантам, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.

**«Хорошо»** заслуживает аспирант, обнаруживший полное знание учебно-программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценка «хорошо» выставляется аспирантам, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

**«Удовлетворительно»** заслуживает аспирант, обнаруживший знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «удовлетворительно» выставляется аспирантам, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

**«Неудовлетворительно»** выставляется аспиранту, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится аспирантам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## Тематика рефератов

1. Множества. Задание множества. Операции над множествами. Универсальное множество.
2. Кортеж. Арифметический вектор. Определение линейного координатного пространства. Скалярное произведение арифметических векторов. Евклидово координатное пространство.
3. Норма вектора. Метрика координатного пространства и его базис.
4. Внутренняя и граничная точки множества. Открытый шар, открытая и замкнутая области. Компакт. Выпуклое множество.
5. Функции многих переменных. Градиент функции. Определение выпуклых и вогнутых функций. Якобиан и гессиан.
6. Целевая функция. Множество допустимых решений. Глобальный и строго глобальный минимум. Локальный и строго локальный минимум.
7. Формальная постановка задачи конечномерной оптимизации. Классификация задач конечномерной оптимизации.
8. Классический метод решения задачи безусловной оптимизации.
9. Постановка задачи одномерной оптимизации. Унимодальная функция.
10. Метод перебора.
11. Метод дихотомии.
12. Метод золотого сечения.
13. Метод средней точки (метод Больцано).
14. Метод покоординатной оптимизации (метод Гаусса-Зайделя).
15. Градиентные методы поиска. Метод наискорейшего спуска. Градиентный метод с дроблением шага.
16. Метод Ньютона. Метод Ньютона с регулировкой шага.
17. Задача на условный экстремум. Прямой метод решения.
18. Необходимые условия условного экстремума.
19. Достаточные условия условного экстремума.
20. Последовательность решения задачи на условный экстремум. Функция и множители Лагранжа.
21. Необходимые условия Куна-Таккера в задаче нелинейного программирования. Достаточные условия.
22. Метод внутренних штрафных (барьерных) функций.
23. Метод внешних штрафных функций.
24. Метод проекции градиента.

25. Постановка задачи линейного программирования (ЛП). Виды задач ЛП.
26. Основные определения и утверждения линейного программирования.
27. Геометрическая интерпретация решения двумерной задачи линейного программирования.
28. Симплекс-метод. Вычислительная процедура симплекс-метода.
29. Метод Кармаркара (метод внутренней точки).
30. Целочисленное программирование. Процедура метода Гомори.
31. Квадратичное программирование. Условия Куна-Таккера.
32. Оценка глобального оптимума. Миноранта. Метод перебора.

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **Основная учебная литература**

1. Васильев, Ф.П. Методы оптимизации. Кн.1 [Электронный ресурс] : учеб. пособие. Электрон. дан.: Москва : МЦНМО, 2011. 624 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/9304>.
2. Васильев, Ф.П. Методы оптимизации. Кн.2 [Электронный ресурс] : учеб. пособие. Электрон. дан.: Москва : МЦНМО, 2011. 434 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/9305>.
3. Измаилов, А.Ф. Численные методы оптимизации [Электронный ресурс] : монография / А.Ф. Измаилов, М.В. Солодов. Электрон. дан. Москва : Физматлит, 2008. 320 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2184>
4. Сухарев, А.Г. Курс методов оптимизации [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.Г. Сухарев, А.В. Тимохов, В.В. Федоров. Электрон. дан. Москва : Физматлит, 2011. 384 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2330>.

### **Дополнительная учебная литература**

1. Колбин, В.В. Специальные методы оптимизации [Электронный ресурс] Электрон. дан.: Санкт-Петербург : Лань, 2014. 384 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/41015>.

2. Кочегурова, Е.А. Теория и методы оптимизации [Электронный ресурс] : учеб. пособие. Электрон. дан.: Томск : ТПУ, 2013. 134 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/45142>.
3. Пантелеев, А.В. Методы оптимизации в примерах и задачах [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.В. Пантелеев, Т.А. Летова. Электрон. дан.: Санкт-Петербург : Лань, 2015. 512 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/67460>.
4. Болдырев, Ю.Я. Вариационное исчисление и методы оптимизации: учебное пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие. Электрон. дан.: Санкт-Петербург : СПбГПУ, 2016. 240 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/89813>.
5. Андреева Е.А. Вариационное исчисление и методы оптимизации. Учеб.пособие для ун-тов. М.: ВШ, 584 с.

## **8. Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет, базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. <http://wiki.technicalvision.ru>
2. <https://www.lektorium.tv/speaker/2844>

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

### **9.1. Рекомендации по планированию и организации времени, необходимого для изучения дисциплины**

Рекомендуется следующим образом организовать время, необходимое для изучения дисциплины.

Изучение конспекта лекции в тот же день, после лекции – 10-15 минут.

Изучение конспекта лекции за день перед следующей лекцией – 10-15 минут.

Изучение теоретического материала по учебнику и конспекту – 1 час в неделю.



## **9.2. Описание последовательности действий студента («сценарий изучения дисциплины»)**

При изучении дисциплины полезно самостоятельно изучать материал, который еще не прочитан на лекции и не применялся на лабораторном занятии. Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется в течение недели выбрать время (минимум 1 час) для работы с литературой в библиотеке.

## **9.3. Рекомендации по работе с литературой**

В начале изучения дисциплины рекомендуется вспомнить вопросы, связанные с методами оптимизации, для чего надо использовать литературу и конспекты лекций дисциплин «Математические основы теории систем», «Методы оптимизации», «Теория автоматического управления», изученных в бакалавриате и магистратуре.

Затем можно использовать другие источники, посвящённые решениям задач оптимизации, раскрывающие всю глубину взаимосвязей.

При изучении источников желательно пользоваться рекомендациями авторов по последовательности чтения (если таковые имеются).

Рекомендуется использовать учебные пособия, выпущенные кафедрой АИТУ РГРТУ, косвенно относящиеся к данной дисциплине.

По данной дисциплине в Интернет располагаются огромные ресурсы, поэтому возможно использование дополнительных Интернет-источников информации.

## **10. Программное обеспечение**

Для выполнения лабораторных работ используется специализированное программное обеспечение, разработанное на кафедре АИТУ (не требует лицензирования), а также MATLAB – программная среда для вычислений при решении инженерных задач.

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Для освоения дисциплины необходимы:

1) лекционная аудитория, оборудованная средствами отображения презентаций и других лекционных материалов на экран;

2) классы для проведения семинарских и практических занятий.

Планируется проводить практические занятия на персональных компьютерах лаборатории № 430 кафедры АИТУ, объединенных в локальную сеть под управлением операционных систем Windows 2000, XP; 7, 8.1 с установленной лицензионной средой программирования MATLAB.