

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Автоматизация, управление, мехатроника»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

**М.1.2.3 «Теория оптимизации и статистическая динамика
автоматических систем»**

направления подготовки

**15.04.04 «АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И
ПРОИЗВОДСТВ»**

(для дисциплин, реализуемых в рамках профиля)

форма обучения – очная

курс – 1,2

семестр – 2,3

зачетных единиц – 6

часов в неделю – 6

всего часов – 216,

в том числе:

лекции – 16

практические занятия – 56

лабораторные занятия – не предусмотрены

самостоятельная работа – 144

зачет – 3 семестр

экзамен – 2 семестр

РГР – не предусмотрена

курсовая работа – 3 семестр

курсовой проект – не предусмотрен

1. Цели и задачи дисциплины

Цель преподавания дисциплины «Теория оптимизации и статистическая динамика автоматических систем»: формирование профессиональных компетенций в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом; фундаментализация образования; подготовка специалиста, обладающего знаниями и навыками, связанными с задачами оптимизации в мехатронике на основе содержательной постановки и последующей формализации и решении; ознакомление студентов с основными принципами анализа и обработки случайных данных; получение навыков работы и исследований с применением профессиональных математических пакетов.

Задачи изучения дисциплины:

- вопросы сведения различных задач, возникающих при построении мехатронных и робототехнических систем, к задачам оптимизации;
- изучение методов решения оптимизационных задач;
- определение основных подходов к анализу задач оптимизации и обоснованному выбору подходящего метода решения.
- первичная обработка данных (точечное и интервальное оценивание), проверка статистических гипотез.
- методы корреляционного и регрессионного анализа, методы кластерного и факторного анализа, анализа временных рядов, изучению которых уделяется большое внимание.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина является обязательной, входит в базовую часть цикла магистратуры по направлению 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств».

Для изучения данной дисциплины необходимо обладать компетенциями, сформированными при прохождении курсов:

«Математическое моделирование», «Хранение и защита компьютерной информации», «Базы данных и знаний».

Формирование компетенций в рамках данной дисциплины происходит параллельно курсом «Интеллектуальные компьютерные информационно-управляющие системы», «Идентификация технологических объектов и систем управления», «Приводы и исполнительные механизмы», «Компьютерные технологии в области автоматизации и управления», «Современные средства обработки сигналов», «CALS - технологии».

Сформированные в ходе изучения данной дисциплины компетенции будут полезны при прохождении курсов: «Интегрированные системы проектирования и управления автоматизированных и автоматических производств», «Системы автоматизации и управления», «Автоматизация процессов измерения, испытаний и контроля», а также Производственной (педагогической) и Преддипломной практик.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

ПК-15 способностью разрабатывать теоретические модели, позволяющие исследовать качество выпускаемой продукции, производственных и технологических процессов, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления, проводить анализ, синтез и оптимизацию процессов автоматизации, управления производством, жизненным циклом продукции и ее качеством на основе проблемно-ориентированных методов;

Знает: роль и место методов оптимизации и статистики; терминологию оптимизационных и статистических задач; классификацию оптимизационных и статистических задач; концепции и принципы теорий, связанных с решением задач математического программирования;

Умеет: интерпретировать результаты решения задач математической оптимизации и статистики; использовать инструментальные (программные) средства аналитического и численного решения оптимизационных и статистических задач

Владеет: навыками использования численных методов для поиска оптимального решения для успешного решения задач автоматизации технологических процессов; опытом использования основных типов информационных систем и прикладных программ общего назначения для решения с их помощью практических задач оптимизации и статистики.

ПК-16 способностью проводить математическое моделирование процессов, оборудования, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления с использованием современных технологий научных исследований, разрабатывать алгоритмическое и программное обеспечение средств и систем автоматизации и управления;

Знает: модели и методы теории оптимизации и статистики; задачи, эффективно решаемые с их использованием; концепции и принципы теорий, связанных с решением задач математического программирования;

Умеет: представлять формализованное описание задач оптимизации и статистики для построения математических моделей; использовать методы и теорию оптимизации и статистики для решения задач автоматизации технологических процессов (содержательная постановка, выбор метода решения, реализация); интерпретировать результаты решения задач математической оптимизации и статистики;

Владеет: навыками формализации оптимизационных и статистических задач; навыками использования численных методов для поиска оптимального решения для успешного решения задач автоматизации технологических процессов; опытом в разработке алгоритмов решения задач математической оптимизации и статистики.

**4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам
и видам занятий**

№ Мо-ду-ля	№ Не-де-ли	№ Те-мы	Наименование темы	Часы/ Из них в интерактивной форме					
				Всего	Лек-ции	Коллок-виумы	Лабора-торные	Прак-тичес-кие	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
2 семестр									
1	1-2	1	Постановка и классификация задач оптимизации	14	2			4	8
1	3-4	2	Методы одномерной оптимизации	13	1			4	8
1	5-8	3	Методы безусловной оптимизации.	21	1			4	16
1	9-11	4	Линейное программирование	15	1			4	10
1	12-14	5	Постановка задачи динамического программирования	15	1			4	10
1	15-16	6	Методы многомерной оптимизации.	15	1			4	10
1	17-18	7	Нелинейное программирование	15	1			4	10
3 семестр									
2	1-2	8	Элементы математической статистики	14	2			4	8
2	3-4	9	Интервальное оценивание	13	1			4	8
2	5-8	10	Проверка статистических гипотез.	21	1			4	16
2	9-11	11	Обработка данных в рамках линейной регрессионной модели.	15	1			4	10
3	12-14	12	Факторный анализ.	15	1			4	10
3	15-16	13	Кластерный анализ.	15	1			4	10

3	17-18	14	Анализ временных рядов и прогнозирование.	15	1			4	10
Всего				216	16			56	144

5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, обрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
2 семестр				
1	2	1-2	<p>Постановка и классификация задач оптимизации</p> <p>Введение. Роль методов оптимизации. Объекты оптимизации и критерии оптимальности. Формулировка и классификация задач математического программирования. Формулировка задачи вариационного исчисления.</p>	[1,3,8,27]
2	1	3	<p>Методы одномерной оптимизации</p> <p>Общая характеристика методов одномерной оптимизации. Способы сокращения интервала неопределенности. Метод дихотомии. Метод золотого сечения. Метод Фибоначчи. Поиск с определением производной.</p>	[1,2,27]
3	1	4	<p>Методы безусловной оптимизации</p> <p>Необходимые и достаточные условия экстремума функции при отсутствии ограничений. Общие сведения о прямых методах безусловной оптимизации. Метод покоординатного спуска. Градиентные методы (простейший, с дроблением шага, наискорейшего спуска). О сходимости градиентных методов.</p>	[1,3,7,27]
4	1	5	<p>Линейное программирование</p> <p>Примеры задач линейного программирования (ЛП). Формы записи задач ЛП. Графическое решение задач ЛП. Свойства задач ЛП.</p>	[1,2,8,27]

			<p>Понятие о симплекс-методе. Алгоритм симплекс-метода. Определение начального допустимого базисного решения. Метод минимизации невязок. Поиск оптимального решения. Метод искусственного базиса. Транспортная задача ЛП (Т-задача). Определение начального опорного решения и оптимального решения Т-задачи. Двойственная задача.</p>	
5	1	6	<p>Постановка задачи динамического программирования Постановка задачи. Примеры решения задач методом динамического программирования.</p>	[1,3,6,27]
6	1	7	<p>Методы многомерной оптимизации Методы нулевого порядка: методы золотого сечения, покоординатного спуска и деформируемого многогранника. Методы первого и второго порядков: метод хорд, комбинированный метод, градиентные методы.</p>	[1,2,9,27]
7	1	8	<p>Нелинейное программирование. Многокритериальная оптимизация. Понятие нелинейного программирования. Типичные области применения нелинейного программирования. Аналитическая безусловная оптимизация. Необходимые и достаточные условия. Аналитический метод исключения переменных. Метод множителей Лагранжа. Условия Куна-Такера. Выпуклое программирование.</p>	[1,2,7,27]
3 семестр				
8	2	9-10	<p>Элементы математической статистики. Основные понятия и задачи статистики. Выборочное оценивание. Требование "хороших" оценок: несмещенность, эффективность и состоятельность.</p>	[4,5,10,27]
9	1	11	<p>Интервальное оценивание. Доверительные интервалы для выборочного среднего и выборочной дисперсии. Распределения Стьюдента и "хи-квадрат".</p>	[6,11,27]

10	1	12	Проверка статистических гипотез. Ошибки первого и второго рода. Гипотеза о равенстве двух выборочных средних, двух выборочных дисперсий. Критерий Пирсона, Колмогорова, Колмогорова – Смирнова.	[4,5,10,11,13,27]
11	1	13	Обработка данных в рамках линейной регрессионной модели. Линейный корреляционный анализ. Линейная регрессия, подбор параметров прямой. Множественная регрессия.	[4,6,11,27]
12	1	14	Факторный анализ. Факторный анализ методами наименьших квадратов и максимального правдоподобия. Метод минимальных остатков в факторном анализе.	[6,11,27]
13	1	15	Кластерный анализ. Методы иерархической классификации. Многомерное шкалирование.	[5,27]
14	1	16	Анализ временных рядов и прогнозирование. Экспоненциальное сглаживание и прогнозирование. Спектральный и вейвлетный анализ.	[4,5,10,27]

6. Содержание коллоквиумов
Коллоквиумы не предусмотрены

7. Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	№ занятия	Тема практического занятия. Задания, вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
2 семестр				
1	4	1-2	Основные понятия и положения теории оптимизации. Вопросы для проверки и закрепления знаний по основным понятиям и положениям теории оптимизации.	[1,2,7,27]
2	4	3-4	Методы одномерной оптимизации. Ознакомиться с методами одномерного поиска. Сравнить различные алгоритмы по эффективности на тестовых примерах.	[1,2,7,27]
3,4	8	5-8	Графический способ решения задач оптимизации.	[2,3,5,16]

			Обучение методам графического решения задач линейного и нелинейного программирования.	
5,6	8	9-12	Разработка алгоритмов методов решения оптимизационных задач. Ч. 1. Разработка алгоритма в виде блок-схемы и программной реализации для следующих методов оптимизации: Вариант 1. Метод золотого сечения. Вариант 2. Метод локализации экстремума. Вариант 3. Метод с использованием чисел Фибоначчи. Вариант 4. Метод поочередного варьирования переменных. Вариант 5. Метод наискорейшего спуска.	[1,2,8,27]
7	4	13-14	Разработка алгоритмов методов решения оптимизационных задач. Ч. 2. Разработка алгоритма в виде блок-схемы и программной реализации для следующих методов оптимизации: Вариант 1. Симплексный метод. Вариант 2. Комплексный метод Бокса. Вариант 3. Метод деформируемого многогранника (Нелдера – Мида). Вариант 4. Метод Хука – Дживса. Вариант 5. Метод Розенброка Пауэлла.	[2,3,9,27]
3 семестр				
8	4	15-16	Элементы математической статистики.	[4,5,12,13,21-27]
9	4	17-18	Интервальное оценивание.	[5,6,12,13, 21-27]
10	4	19-20	Проверка статистических гипотез.	[5,6,12,13, 21-27]
11	4	21-22	Обработка данных в рамках линейной регрессионной модели.	[6,11-13, 21-27]
12	4	23-24	Факторный анализ.	[4,5,11,13, 21-27]
13	4	25-26	Кластерный анализ.	[6,11,13, 21-27]
14	4	27-28	Анализ временных рядов и прогнозирование.	[4,5,10, 21-27]

8. Перечень лабораторных работ

Не предусмотрены учебным планом

9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего Часов	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
--------	-------------	---	---------------------------------

1	2	3	4
2 семестр			
1	8	<p>Постановка и классификация задач оптимизации</p> <p>Изучение материалов лекций, подготовка докладов по темам «История развития математического программирования»; «Эволюция представлений о качестве системы как цели оптимизации»; «Возможные способы задания допустимого множества».</p>	[1,3,8,27]
2	8	<p>Методы одномерной оптимизации</p> <p>Изучение материалов лекций, подготовка выступлений по темам «Глобальная оптимизация»; «Решение оптимизационных задач методами золотого сечения, комбинированным и градиентным методами».</p>	[1,2,27]
3	16	<p>Методы безусловной оптимизации</p> <p>Изучение материалов лекций, написание программ для решения задачи на безусловную оптимизацию. Проверка необходимых и достаточных условий в одно- и многомерных задачах. Написание программ для решения задач на условный экстремум, аналитический метод, метод множителей Лагранжа.</p>	[1,3,7,27]
4	10	<p>Линейное программирование</p> <p>Изучение материалов лекций, изучение методов решения задачи линейного программирования; задачи о рационе; двойственной задачи линейного программирования; метод потенциалов.</p>	[1,2,8,27]
5	10	<p>Постановка задачи динамического программирования</p> <p>Изучение материалов лекций, подготовка рефератов.</p>	[1,3,6,27]
6	10	<p>Методы многомерной оптимизации</p> <p>Изучение материалов лекций, подготовка выступлений по темам «Алгоритм имитации отжига»; «Метод роя частиц».</p>	[1,2,9,27]
7	10	<p>Нелинейное программирование</p>	[1,2,7,27]

		<p>Многокритериальная оптимизация. Самостоятельное изучение следующих вопросов. Неформальная постановка задачи многокритериальной оптимизации. Критериальное пространство. Обобщенная целевая функция. Оптимум по Парето, множество Парето. Основные методы скаляризации. Метод понижения размерности факторного пространства: метод главных компонент. Основные понятия и методы теории игр. Равновесие Нэша.</p>	
3 семестр			
8	8	<p>Элементы математической статистики. Изучение материалов лекций, подготовка докладов по теме «Законы распределений случайных величин»</p>	[4,5,10,27]
9	8	<p>Интервальное оценивание. Подготовка реферата.</p>	[6,11,27]
10	16	<p>Проверка статистических гипотез. Изучение материалов лекций</p>	[4,5,10,11,13,27]
11	10	<p>Обработка данных в рамках линейной регрессионной модели. Изучение материалов лекций, подготовка докладов по теме «Применение линейных регрессионных моделей в задачах управления».</p>	[4,6,11,27]
12	10	<p>Факторный анализ. Изучение материалов лекций, проведение факторного анализа для экспериментального набора данных.</p>	[6,11,27]
13	10	<p>Кластерный анализ. Изучение материалов лекций, подготовка выступлений. Проведение кластерного анализа большого набора экспериментальных данных различной природы.</p>	[5,27]
14	10	<p>Анализ временных рядов и прогнозирование. Изучение материалов лекций. Расчёт Фурье и вейвлетных преобразований тестовых сигналов с использованием готового программного обеспечения. Контрольная работа.</p>	[4,5,10,27]

Темы рефератов (выступлений):

1. Инструментальные средства многокритериальной оптимизации.
2. Общая задача оптимизации. Понятия решения. Теоремы о существовании глобального решения.
3. Квадратичные функции. Существование глобальных экстремумов у квадратичных функций.
4. Проекция точки на множество. Теоремы о существовании и единственности проекции.
5. Задача безусловной оптимизации. Дифференцируемые функции. Условия оптимальности в задаче безусловной оптимизации.
6. Дифференцируемые отображения. Теорема о неявной функции. Теорема Люстерника.
7. Классическая задача на условный экстремум. Принцип Лагранжа. Условия регулярности.
8. Условия оптимальности второго порядка в классической задаче на условный экстремум.
9. Понятия полиэдра, вершины полиэдра, вырожденной и невырожденной вершины. Теоремы о вершинах полиэдра.
10. Канонический полиэдр. Теоремы о вершинах канонического полиэдра.
11. Постановка и формы записи задачи линейного программирования.
12. Основные свойства задач линейного программирования; достаточные условия существования решения, условия оптимальности в основной задаче линейного программирования, теорема о достижении экстремума в вершине допустимого множества.
13. Понятие двойственной задачи линейного программирования. Простейшие факты теории двойственности.
14. Основные факты теории двойственности задач линейного программирования; условия оптимальности в общей задаче линейного программирования, теорема двойственности, теорема о дополняющей нежесткости, теорема существования.
15. Метод полного перебора вершин. Общая схема симплекс-метода.
16. Итерация симплекс-метода. Теоремы о правилах симплекс-метода.
17. Явление заикливания симплекс-метода. Правило Блэнда для устранения заикливания.
18. Теорема о связи между параметрами последовательных итераций симплекс-метода. Симплекс-таблицы.
19. Метод искусственного базиса.
20. Выпуклые многогранники, многогранные конусы и многогранные множества.
21. Теорема Каратеодори.
22. Теорема Радона. Теорема Хелли.
23. Теорема Минковского об отделимости точки от множества.
24. Опорные гиперплоскости. Теоремы о существовании опорных гиперплоскостей.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РЕФЕРАТА.

Реферат (от лат. *refero* - докладываю, сообщаю) — краткое изложение научной проблемы, результатов научного исследования, содержащихся в одном или нескольких произведениях идей и т. п.

Реферат является научной работой, поскольку содержит в себе элементы научного исследования. В связи с этим к нему должны предъявляться требования по оформлению, как к научной работе. Эти требования регламентируются государственными стандартами, в частности:

- ГОСТ 7.32-2001 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления».
- ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления».
- ГОСТ 7.80-2000 «Библиографическая запись. Заголовок. Общие требования и правила составления».
- ГОСТ 7.82—2001 «Библиографическая запись. Библиографическое описание электронных ресурсов».

Формат

Реферат должен быть выполнен на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (210×297 мм) через полтора интервала. Цвет шрифта должен быть черным. Гарнитура шрифта основного текста — «Times New Roman» или аналогичная, кегль (размер) от 12 до 14 пунктов. Размеры полей (не менее): правое — 10 мм, верхнее, нижнее и левое — 20 мм. Формат абзаца: полное выравнивание («по ширине»), отступ — 8–12 мм, одинаковый по всему тексту.

Заголовки разделов и подразделов следует печатать на отдельной строке с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая. Выравнивание по центру или по левому краю. Отбивка: перед заголовком — 12 пунктов, после — 6 пунктов.

Нумерация

Страницы следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту (титульный лист включают в общую нумерацию). Номер страницы проставляют в центре нижней части листа без точки. На титульном листе номер не проставляют.

Титульный лист

В верхней части титульного листа пишется, в какой организации выполняется работа, далее буквами увеличенного кегля указывается тип («Реферат») и тема работы, ниже в правой половине листа — информация, кто выполнил и кто проверяет работу. В центре нижней части титульного листа пишется город и год выполнения.

Библиография

Библиографические ссылки в тексте реферата оформляются в виде номера источника в квадратных скобках.

Библиографическое описание (в списке источников) состоит из следующих элементов:

- основного заглавия;
- обозначения материала, заключенного в квадратные скобки;
- сведений, относящихся к заглавию, отделенных двоеточием;
- сведений об ответственности, отделенных наклонной чертой;
- при ссылке на статью из сборника или периодического издания — сведений о документе, в котором помещена составная часть, отделенных двумя наклонными чертами с пробелами до и после них;
- места издания, отделенного точкой и тире;
- имени издателя, отделенного двоеточием;
- даты издания, отделенной запятой.

Методические указания по самостоятельному изучению отдельных разделов дисциплины приведены в соответствующем разделе ИОС [<https://portal3.sstu.ru/Facult/INETM/AUM/15.04.06/M.1.1.1/default.aspx>].

Виды, график контроля СРС, (по решению кафедры УМКС/УМКН).

10. Расчетно-графическая работа

Не предусмотрена учебным планом

11. Курсовая работа

Название: «Поиск оптимума с помощью метода штрафных и барьерных функций».

Требуется найти точку $\bar{x}^* \in S$ такую, что $f(\bar{x}^*) = \min_{\bar{x} \in S} f(\bar{x})$,

где $S = \{\bar{x} \in R^n \mid h_i(\bar{x}) = 0, i = 1, \dots, m; g_j(\bar{x}), j = m + 1, \dots, l\}$

с помощью метода штрафных или барьерных функций.

Конкретный вид функции $f(x)$ задается преподавателем индивидуально каждому магистранту.

Требования к курсовой работе:

1. Отчет должен быть подготовлен средствами текстового процессора Microsoft Word.
2. В отчете в разделе приложений должны быть представлены страницы программных продуктов, содержащие алгоритмы вычислений и результаты вычислений.
3. Графическая иллюстрация траектории поиска оптимального решения должна содержать графики: целевой функции, функций ограничений. Графики должны быть представлены в разных исполнениях (выполнены с помощью различных программных средств).
4. Концепция поиска оптимального решения должна быть сопровождена иллюстрациями динамики изменения штрафных функций и динамики изменения графика расширенной функции.
5. Для результатов вычислений подготовить сводную таблицу. В соответствующем разделе отчета представить объяснительную часть.
6. Вычисления должны сопровождаться грамотными комментариями, позволяющими оценивать правильность работы.

7. С целью подготовки разделов курсовой «Место задачи в системе классификации задач математического программирования» и «Характеристика возможных методов решения» произвести литературный поиск. Найденные по теме литературные источники следует включить в список литературы, а в разделах поместить соответствующие выписки с указанием ссылок на источники и номеров страниц. Вес этого раздела в итоговой оценке курсовой работы весьма значителен.

8. В разделе «Результаты вычислений» должны быть пошагово приведены числовые результаты двух итераций.

9. Должны быть подробные комментарии к иллюстрации траектории движения к экстремуму.

10. Таблица с результатами вычислений по методу должна содержать следующую информацию: метод, значения приближений к экстремуму на каждой итерации, значения целевой функции, величину штрафа, общее число итераций, оценка качества.

Рекомендуемая литература: [1-3,16].

12. Курсовой проект

Не предусмотрен учебным планом

13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Процедура оценивания знаний, умений и навыков проводится в соответствии со следующими методическими материалами и заключается в проведении устного экзаменационного опроса в виде диалога преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала, оценка способности студента применить полученные ранее знания; в проведении модулей и коллоквиумов, как способов межсессионной проверки знаний, умений, навыков студента в середине семестра по пройденным темам изучаемого предмета.

Показателем оценивания степени усвоения знаний этого элемента компетенции, является оценка, полученная на экзамене при ответе на вопросы для экзамена. Оценка выставляется по четырехбалльной шкале, соответствующей оценкам «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и осуществляется путем анализа ответа на вопросы для экзамена. При этом руководствуются следующими критериями.

Оценка	Критерии оценивания результатов обучения (дескрипторы)
Отлично	заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, предусмотренного программой, усвоивший основную литературу и знакомый с

	дополнительной литературой, рекомендованной программой.
Хорошо	заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание учебного материала, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Оценка «хорошо» выставляется обучающимся, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.
Удовлетворительно	заслуживает обучающийся, обнаруживший знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, знакомых с основной литературой, рекомендованной программой. Оценка выставляется обучающимся, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.
Неудовлетворительно	выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала. Оценка ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании образовательного учреждения без дополнительных занятий по рассматриваемой дисциплине.

Умения и навыки, приобретенные студентом на этапе освоения указанной части компетенций при преподавании рассматриваемой дисциплины, оцениваются по результатам выполнения практических заданий, включающих одну или несколько задач (вопросов) в виде краткой формулировки действий (комплекса действий), которые следует выполнить, или описание результата, который нужно получить. Показателем оценивания степени усвоения знаний этого элемента компетенции, является оценка, полученная при представлении материалов и докладе по выданной теме. Оценка выставляется по четырехбалльной шкале, соответствующей оценкам «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и осуществляется путем анализа представленного материала в ответ на

практические контрольные задания. При этом руководствуются следующими критериями:

Оценка	Критерии оценивания результатов обучения (дескрипторы)
Отлично	Оценка «Отлично» выставляется студенту, если задание выполнено в полном объёме с соблюдением необходимой последовательности. Студенты работают полностью самостоятельно: подбирают необходимые для выполнения предлагаемых работ в задании источники знаний, показывают необходимые для проведения практической работы теоретические знания, практические умения и навыки.
Хорошо	Оценка «Хорошо» выставляется студенту, если задание выполнено в полном объёме и самостоятельно. Допускаются отклонения от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата. Студенты используют указанные преподавателем источники знаний, включая страницы атласа, таблицы из приложения к учебнику, страницы из справочной литературы по предмету. Задание показывает знание учащихся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Могут быть неточности и небрежность в оформлении результатов работы.
Удовлетворительно	Оценка «Удовлетворительно» выставляется студенту, если задание на практическую работа выполняется и оформляется студентами при помощи преподавателя или хорошо подготовленных и уже выполненных на «отлично» данную работу студентов. На выполнение задания затрачивается много времени (можно дать возможность доделать работу дома). Студенты показывают знания теоретического материала, но испытывают затруднение при самостоятельной работе с физическими приборами, графиками, таблицами справочной литературы.
Неудовлетворительно	Оценка «Неудовлетворительно» выставляется, если студенты показывают плохое знание теоретического материала и отсутствие умения применить знания к решению практической задачи. Руководство и помощь со стороны преподавателя и хорошо подготовленных студентов неэффективны по причине плохой подготовки студента.

Процедура оценивания знаний, умений, навыков включает учет успешности выполнения практических работ, самостоятельной работы и сдачу экзамена.

Вопросы для зачета

Не предусмотрен учебным планом

Вопросы для экзамена

1. Задачи оптимизации. Основные понятия. Примеры задач оптимизации.
2. Классы задач оптимизации. Методы одномерной минимизации. Пассивный и последовательный поиск.
3. Стратегии декомпозиции множества решений и дерево поиска. Методы поиска решения, использующие идею отсечения. Метод «ветвей и границ».
4. Математическая модель задачи линейного программирования. Ограничения в модели линейного программирования. Дополнительные переменные.
5. Графическое решение задачи линейного программирования. Нахождение максимума и минимума целевой функции.
6. Стандартная форма задачи ЛП и ее базисные решения. Определение базисных решений. Свободные переменные и базисные решения.
7. Алгоритм симплекс-метода. Пример решения.
8. Искусственное начальное решение. М-метод.
9. Искусственное начальное решение. Двухэтапный метод.
10. Определение двойственной задачи. Соотношения между оптимальными решениями прямой и двойственной задач.
11. Определение транспортной модели. Алгоритм решения транспортной задачи.
12. Определение начального решения транспортной задачи.
13. Итерационный алгоритм решения транспортной задачи.
14. Задача о назначениях. Венгерский метод решения задачи о назначениях.
15. Определение транспортной модели. Транспортная модель с промежуточными пунктами.
16. Целочисленное линейное программирование. Примеры задач целочисленного программирования.
17. Методы решения задач целочисленного программирования. Метод ветвей и границ.
18. Методы решения задач целочисленного программирования. Аддитивный алгоритм для задач с двоичными переменными.
19. Методы решения задач целочисленного программирования. Метод отсекающих плоскостей. Алгебраический способ определения отсечений.
20. Алгоритмы целевого программирования. Метод весовых коэффициентов. Метод приоритетов.
21. Классическая теория оптимизации. Экстремальные задачи без ограничений.

22. Необходимые и достаточные условия существования экстремума. Метод Ньютона-Рафсона.
23. Задачи на экстремум при наличии ограничений. Ограничения в виде равенств. Метод приведенного градиента (метод Якоби). Метод множителей Лагранжа.
24. Задачи на экстремум при наличии ограничений. Ограничения в виде неравенств. Обобщенный метод множителей Лагранжа. Условия Куна-Таккера.
25. Алгоритмы нелинейного программирования. Градиентный метод. Сепарабельное программирование

Вопросы для зачета

1. Понятия: группа, выборка, генеральная совокупность. Независимые и связанные выборки.
2. Вариационный ряд и гистограмма частотного распределения.
3. Понятие о нормальном распределении и отклонения от него.
4. Организация эксперимента. Контрольные и экспериментальные группы. Порядок статистической обработки научных данных.
5. Ранжирование данных. Распределение данных. Интервальная шкала. Выражение результатов в процентах.
6. Параметрические критерии. Значение проверки нормальности распределения.
7. Сравнение параметрических и непараметрических методов и критериев.
8. Среднее значение. Его смысл. Параметрические оценки среднего значения для количественных и качественных признаков.
9. Стандартное отклонение и его смысл (для выборки и генеральной совокупности). Ошибка среднего значения и её смысл.
10. Сравнение двух выборок. Достоверность различий. Уровни значимости.
11. Статистические гипотезы: нулевая и альтернативная, направленная и ненаправленная.
12. Оценка различий по критериям Фишера и Стьюдента. Ограничения критериев.
13. Доверительные интервалы и их смысл.
14. Дисперсия. Её смысл и значение.
15. Критерий Стьюдента для сравнения двух групп данных. Его смысл и ограничения.
16. Критерии хи-квадрат, их предназначение и ограничения.
17. Корреляция и её смысл. Взаимосвязь и взаимозависимость. Значимость корреляционной связи.
18. Коэффициент корреляции Пирсона.
19. Непараметрические критерии.
20. Ранговая корреляция, коэффициент корреляции Спирмена.
21. Дисперсионный анализ. Границы его применения.
22. Обоснования для выбора статистического критерия. Мощность критерия.
23. Графики и диаграммы в оценке данных, их виды.

24. Внесение данных и их организация в электронных таблицах типа Excel. Расчёт среднего значения и стандартного отклонения в электронных таблицах типа Excel. Вычисление коэффициента корреляции Пирсона в электронных таблицах типа Excel.
25. Основные принципы факторного анализа
26. Основные принципы кластерного анализа.
27. Основные методы организации анализа временных рядов. Спектральный и вейвлетный анализ.

Тестовые задания по дисциплине

- 1) Оптимизационная модель содержит:
- а.) переменные решения
 - б.) целевую функцию
 - в.) и то и другое
- 2) Оптимизационная модель:
- а.) предлагает наилучшее решение в математическом смысле
 - б.) предлагает наилучшее решение с учётом ограничений модели
 - в.) может служить средство оценки различных вариантов возможных решений
 - г.) всё вышеперечисленное
- 3) Пусть f - функция одной переменной. Неравенство $f''(x) > 0$:
- а.) является необходимым условием локального минимума
 - б.) является достаточным условием локального минимума
 - в.) является достаточным условием локального максимума
 - г.) ни одно из вышеперечисленных утверждений не верно
- 4) Пусть f - функция одной переменной. Равенство $f'(x) = 0$:
- а.) является необходимым условием, чтобы точка x была точкой локального максимума
 - б.) является необходимым условием, чтобы точка x была точкой локального минимума

в.) является необходимым условием, чтобы точка x была точкой глобального минимума

5) Точка x , для которой $f'(x)=0$ и $f''(x)>0$ является:

а.) точкой локального максимума

б.) точкой локального минимума

в.) оба утверждения верны

г.) верны все вышеперечисленные утверждения

б) Укажите необходимые и достаточные условия минимума функции:

а.) $f'(x)=0, f''(x)\geq 0$

б.) $f'(x)=0, f''(x)\leq 0$

а.) $f'(x)=0, f''(x)=0$

7) Укажите необходимые и достаточные условия максимума функции:

а.) $f'(x)=0, f''(x)\geq 0$

б.) $f'(x)=0, f''(x)\leq 0$

а.) $f'(x)=0, f''(x)=0$

8) Какие критерии используются для проверки унимодальности функции?

а.) $f''(x)\geq 0$

б.) $f''(x)\leq 0$

в.) $f''(x)=0$

9) Укажите метод, использующий свойство сопряжённых градиентов:

а.) метод наискорейшего спуска

б.) градиентный метод

в.) метод Флетчера-Ривса

10) Чем отличаются метод «золотого сечения» и Фибоначчи:

а.) в методе «золотого сечения» в начале вычислений требуется знать интервал, на котором будет вычисляться функция, а в методе Фибоначчи не требуется.

б.) в методе «золотого сечения» не требуется знать количество вычислений функции, определяемое в начале, в отличие от метода Фибоначчи.

в.) в методе «золотого сечения» требуется знать количество вычислений функции.

г.) в методе «золотого сечения» не используется правило симметрии.

11) Если существует производная $f'(x)$ и если $f'(x)=f''(x)=\dots=f^{(n)}(x)=0$, то функция $f(x)$ при нечётном n имеет в точке x :

а.) максимум

б.) минимум

в.) точку перегиба

12) Укажите какие модели транспортной задачи являются открытыми:

а) суммарный объем запасов совпадает с суммарным объемом потребностей

б) суммарный объем запасов больше суммарного объема потребностей

в) суммарный объем меньше суммарного объема потребностей

13) Пусть в точке x градиент функции $\nabla f(x)=0$. Что можно сказать о точке x , если матрица Гессе отрицательно определена:

а.) в точке x достигается минимум функции

б.) точка x является точкой перегиба функции

в.) в точке x достигается максимум функции

14) Какое из выражений является необходимым условием минимума для функции одной переменной?

а.) $f'(x)=0$

б.) $f''(x)=0$

в.) $f(x+h) - f(x) > 0$

15) Какие методы относятся к методам одномерной оптимизации?

а.) метод «золотого сечения»

б.) метод хорд

- в.) метод Пауэла
- г.) метод Фибоначчи
- д.) метод Хука-Дживса
- е.) метод деления интервала пополам

16) Укажите методы нулевого порядка:

- а.) метод градиентного спуска
- б.) метод покоординатного спуска
- в.) метод Хука-Дживса
- г.) симплексный метод

17) Какое из выражений является достаточным условием минимума для функции $f(x)$, являющейся функцией n переменных:

- а.) градиент $\nabla f(x) = 0$
- б.) $G[x]$ - матрица чисел отрицательно определена
- б.) $G[x]$ - матрица чисел положительно определена
- в.) градиент $\nabla f(x_0) = 0$

18) Транспортная задача является замкнутой. Выберите ситуацию, возможную при данном условии:

- а.) существует оптимальное решение задачи
- б.) оптимального решения задачи не существует
- в.) задача не имеет допустимого решения

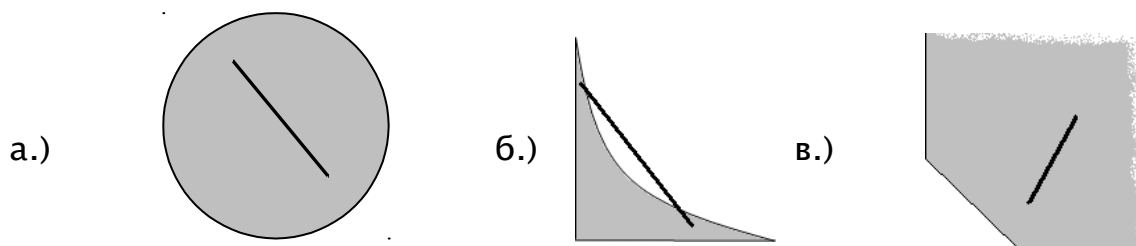
19) К задаче линейного программирования поставлена двойственная задача. Укажите ситуацию, возможную при данном условии:

- а) оптимальное значение целевой функции прямой задачи больше, чем оптимальное значение целевой функции двойственной задачи
- б) оптимальные планы прямой и двойственной задач различны
- в) оптимальные значения целевых функций, планы прямой и двойственной задач достигаются в одной и той же точке

20) Задача линейного программирования не имеет допустимых решений. Выберите ситуацию, возможную при данном условии:

- а.) в задаче отсутствуют ограничения
- б.) система ограничений задачи несовместна
- в.) целевая функция неограниченна на допустимой области

21) Требуется выбрать выпуклые множества среди изображенных на рисунке:



22) Укажите методы порядка:

- а.) метод Хука-Дживса
- б.) метод Ньютона
- в.) метод сопряжённых градиентов
- г.) метод Ньютона-Рафсона

23) Что объединяет метод наискорейшего спуска и метод Пауэла

- а.) оба используют метод квадратичной интерполяции;
- б.) оба находят минимум функции n -переменных
- в.) оба используют свойство направления градиента

24) Укажите какая модель транспортной задачи является закрытой.

- а.) суммарный объем запасов совпадает с суммарным объемом потребностей
- б.) суммарный объем запасов больше суммарного объема потребностей
- в.) суммарный объем запасов меньше суммарного объема потребностей

25) К методам поиска возможных вариантов на дереве решений можно отнести:

- а.) метод «поиска в ширину»
- б.) метод «поиска в глубину»

в.) метод «поиска в высоту»

г.) метод ветвей и границ

д.) метод исключения вершин

26) Укажите, какая задача линейного программирования является противоречивой:

а.) областью решений системы неравенств является замкнутая область

б.) областью решения системы неравенств является неограниченная область

в.) областью решения системы неравенств является пустая область

27) Укажите, по каким условиям можно судить об унимодальности функции:

а) функция на отрезке имеет только один экстремум

б) функция на отрезке имеет несколько экстремумов

в) функция достигает экстремума на одном из концов отрезка

28) Какое направление указывает градиент функции $\nabla f(x)$?

а.) направление наибольшего убывания функции

б.) направление наибольшего возрастания функции

в.) направление касательной к функции

29) Укажите, что позволяет определить критерий Сильвестра?

а.) положительную определенность матрицы Гессе

б.) отрицательную определенность матрицы Гессе

в.) собственные значения матрицы Гессе

30) Укажите, какие методы используются для построения первоначальных опорных планов транспортной задачи:

а.) метод потенциалов

б.) метод северо-западного угла

в.) метод минимальной стоимости

г.) метод двойного предпочтения

31) Задача линейного программирования имеет канонический вид. Множество допустимых решений непустое и ограничено. Выберите ситуацию при данном условии:

- а.) оптимального решения задачи не существует
- б.) дополнительные переменные составляют базис
- в.) задача не имеет допустимого решения

32) Что такое задача линейного программирования?

- а.) это задача, у которой целевая функция и ограничения имеют линейную независимость
- б.) это задача, решение которой находят строго в определенном порядке, без разветвлений (т.е по линейной структуре)
- в.) это задача, все переменные которой линейно зависимы между собой.

33) Укажите, какие переменные из перечисленных являются опорными:

- а.) прямая пересекает область допустимых значений
- б.) прямая имеет одну общую точку с областью допустимых значений
- в.) прямая проходит через одну из сторон области допустимых значений

34) В методе барьерных функций функция штрафа должна:

- а.) увеличить значение целевой функции на границе области
- б.) неограниченно возрастать на границе области
- в.) игнорировать подход к границе области

35) Какие переменные можно принять в качестве базисных в задаче линейного программирования:

- а) линейно-зависимые вектора
- б) линейно-независимые вектора
- в) искусственные переменные

36) Когда в задаче линейного программирования вводится искусственный базис?

- а.) когда в системе ограничений отсутствуют линейно-независимые векторы

б.) когда в системе ограничений можно выделить линейно-независимые векторы

в.) когда в системе ограничений нельзя выделить единичные векторы

37) Укажите, какие прямые в задаче линейного программирования являются опорными:

а.) прямая пересекает область

б.) прямая имеет с областью одну общую точку

в.) прямая проходит через одну из сторон области

38) Если к задаче линейного программирования поставлена двойственная задача, и одна из задач двойственной пары имеет оптимальное решение, то:

а.) максимальное значение целевой функции исходной задачи и минимальное значение целевой функции двойственной задачи численно равны

б.) максимальное значение целевой функции исходной задачи и минимальное значение целевой функции двойственной задачи не равны

в.) максимальное значение целевой функции исходной задачи и минимальное значение целевой функции двойственной задачи равны нулю

39) Чем отличаются метод Ньютона и Ньютона-Рафсона?

а.) выбором шага

б.) выбором вектора градиента

в.) выбором матрицы Гессе

40) Какая величина в симплексном методе нелинейного программирования исключается на каждой итерации?

а.) вершина с наименьшим значением целевой функции

б.) вершина с наибольшим значением целевой функции

в.) вершина центра тяжести

41) Задана целевая функция трех переменных $f(x_1, x_2, x_3)$. Сколько в методе сопряженных градиентов требуется выполнить итерации целевой функции?

а.) N б.) 3 в.) 2

42) Как в методе покоординатного спуска осуществляется спуск по координатам?

а.) по ломаной, состоящей из отрезков прямых, параллельных координатным осям

б.) по лучу, направленному по антиградиенту функции

в.) по нормали к линии уровня

43) Какая целевая функция называется мультимодальной?

а) которая имеет один экстремум

б) которая имеет более одного экстремума

в) которая не имеет экстремумов

44) Какая целевая функция называется мономодальной?

а.) функция, которая имеет один экстремум

б.) функция, которая имеет более одного экстремума

в.) функция, которая не имеет экстремума

45) Как в методе градиентного спуска осуществляется спуск по координатам?

а.) по ломаной, состоящей из отрезков прямых, параллельных координатным осям

б.) по лучу, направленному по антиградиенту функции

в.) по нормали к линии уровня

46) Ограничение сужает диапазон значений, которые:

а.) может принимать целевая функция

б.) могут принимать переменные

в.) ни одно из вышеуказанных

г.) верны варианты «а» и «б»

47) Требование неотрицательности включается в модель ЛП, поскольку:

а.) такую модель легче решать

б.) такая модель больше соответствует реальной ситуации

в.) ни первое, ни второе

г.) верны варианты «а» и «б»

48) Графический метод решения задачи ЛП полезен тем, что:

а.) предлагает общий способ решения задач ЛП

б.) предлагает геометрическую интерпретацию модели

в.) верны варианты «а» и «б»

49) Неограниченная допустимая область:

а.) получается в результате неверной формулировки задачи

б.) означает, что целевая функция является неограниченной

в.) ни одно из этих высказываний не верно

г.) верны оба высказывания

50) В модели целочисленного линейного программирования:

а.) за исключением ограничений целочисленности, все функции ограничений линейны

б.) все переменные решения должны быть целыми

в.) все переменные решения должны быть неотрицательными

г.) верны варианты «а» и «б»

51) Нахождение наименьшего значения функции $f(x)$ на множестве $D(f)$ и точек, в которых это значение достигается называется:

а) минимизация; б) максимизация; в) одномерная минимизация; г) многокритериальная оптимизация.

52) Методы минимизации функции одного переменного, в которых используют значения функции в точках рассматриваемого промежутка и не используют значения ее производных, называют:

а) методами оптимизации; б) методами минимизации; в) методами прямого поиска; г) методами пассивного поиска; д) методами последовательного поиска.

53) Методы поиска, в которых все точки, в которых будут вычислены значения функции, выбирают последовательно, причем для выбора последующей точки используют значения функции, вычисленные в предыдущих точках, называют:

а) методами оптимизации; б) методами минимизации; в) методами прямого поиска; г) методами пассивного поиска; д) методами последовательного поиска.

54) Методы поиска, в которых все точки, в которых будут вычислены значения функции, выбирают заранее, называют:

а) методами оптимизации; б) методами минимизации; в) методами прямого поиска; г) методами пассивного поиска; д) методами последовательного поиска.

55) Интервал или отрезок, в котором гарантированно находится точка, соответствующая значению оптимальному значению функции f , называется:

а) рабочим интервалом; б) интервалом неопределенности; в) интервалом допустимых значений; г) областью допустимых значений; д) областью задания функции.

56) Если минимизируемая функция $f(x)$ не является унимодальной на отрезке $[a, b]$, такую функцию называют ... на этом отрезке:

а) мультимодальной; б) мономодальной; в) модальной; г) многомодальной; д) непрерывной.

57) К методам последовательного поиска относятся:

а) метод дихотомии; б) метод исключения отрезка; в) метод «золотого сечения»; г) метод Фибоначчи; д) метод Гаусса.

58) Оценочная функция в виде суммы длин ребер, уже включенных в формируемый маршрут, называется:

а) нижняя граница; б) критерий оценки; в) целевая функция; г) верхняя граница; д) ограничение задачи.

59) Точка функции $f(X)$ определяющая либо ее максимальное, либо минимальное значение, называется:

а) седловая точка; б) точка перегиба; в) экстремальная точка; г) точка разрыва; д) точка бифуркации.

б0) Точка, в которой градиент функции равен нулю, но не являющаяся в то же время точкой экстремума называется:

а) точкой максимума; б) точкой перегиба; в) точкой минимума; г) седловой точкой; д) точка бифуркации.

б1) К стационарным точкам функции относятся:

а) седловая точка; б) точка перегиба; в) экстремальная точка; г) точка разрыва; д) точка бифуркации.

14. Образовательные технологии

Для успешного освоения дисциплины в ходе изложения материала используются лекции на основе мультимедийных презентаций. При изложении материала лектор обсуждает проблемные вопросы, направленные на практическую и самостоятельную деятельность студента. Большое внимание на лекционных и практических занятиях уделяется решению практических задач из курса «Теория оптимизации и статистическая динамика автоматических систем».

Для развития самостоятельной активности в изучении материала студентам предлагается использование интернет-ресурсов (электронных каталогов, специализированных порталов и сайтов), подготовка к участию в дискуссиях по предлагаемым темам курса, выступление с рефератами. По всем практическим и самостоятельным работам студентам предлагается индивидуальное задание.

При защите рефератов будет использоваться технология рецензирования «1-2-3»: студент-рецензент по рецензируемому реферату должен сделать одно замечание, два положительных момента, три предложения по улучшению.

При решении задач по программированию студенты делятся на пары. Члены каждой микрогруппы придумывают тесты для проверки задачи коллеги, а также проверяют решения друг друга.

При обучении лиц с ограниченными возможностями и инвалидов используются подходы, способствующие созданию безбарьерной образовательной среды: технологии дифференциации и индивидуализации обучения, сопровождение тьюторами в образовательном пространстве; увеличивается время на самостоятельное освоение материала.

Для достижения планируемых результатов также используются следующие образовательные технологии:

1. Дистанционные на основе информационно-образовательной среды СГТУ имени Гагарина Ю.А., основе реализации возможности самостоятельного изучения материалов по всем видам образовательной деятельности в соответствии с учебным планом, в том числе до прохождения занятий, текущего дистанционного консультирования студентов.

2. Развивающее проблемно-ориентированное обучение, направленное на формирование и развитие проблемного мышления, мыслительной активности, способности видеть и формулировать проблемы, выбирать способы и средства для их решения на основе рассмотрения примеров из практической деятельности преподавателей, в области научно-практических исследований.

3. Личностно ориентированное обучение, обеспечивающее в ходе учебного процесса учет различных способностей обучаемых, создание необходимых условий для развития их индивидуальных способностей, развитие активности личности в учебном процессе в рамках самостоятельной работы.

15. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Основная литература.

1. Соколов А.В. Методы оптимальных решений. Том 1. Общие положения. Математическое программирование [Электронный ресурс]/ Соколов А.В., Токарев В.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012.— 562 с.

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/25010>

2. Токарев В.В. Методы оптимальных решений. Том 2. Многокритериальность. Динамика. Неопределенность [Электронный ресурс]/ Токарев В.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012.— 415 с.

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/25011>

3. Методы оптимизации [Электронный ресурс]: учебное пособие/ О.А. Васильева [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 96 с.

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26859>

4. Кацман Ю.Я. Теория вероятностей, математическая статистика и случайные процессы [Электронный ресурс]: учебник / Кацман Ю.Я.— Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский политехнический университет, 2013. — 131 с.

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34722.html>

5. Матальцкий М.А. Теория вероятностей, математическая статистика и случайные процессы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Матальцкий М.А., Хацкевич Г. А. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Вышэйшая школа, 2012. — 720 с.

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20289.html>.

6. Прохоров Ю.В. Лекции по теории вероятностей и математической статистике [Электронный ресурс]: учебник/ Прохоров Ю.В., Пономаренко Л.С.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2012.— 254 с.

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13173.html>

Дополнительные издания.

7. Золотарев А.А. Методы оптимизации распределительных процессов [Электронный ресурс]/ Золотарев А.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Инфра-Инженерия, 2014.— 160 с.

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/23315>

8. Пантелеев А.В. Методы оптимизации [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Пантелеев А.В., Летова Т.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Логос, 2011.— 424 с.

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/9093>

9. Аттетков А.В. Введение в методы оптимизации [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Аттетков А.В., Зарубин В.С., Канатников А.Н.— Электрон. текстовые данные.— М.: Финансы и статистика, 2014.— 272 с.

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/18794>

10. Петрушин В.Н. Информационная чувствительность компьютерных алгоритмов [Электронный ресурс] / Петрушин В.Н., Ульянов М.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010.— 225 с.

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17256.html>.

11. Крянев А.В. Математические методы обработки неопределенных данных [Электронный ресурс]/ Крянев А.В., Лукин Г.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006.— 213 с.

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17320.html>

12. Крупин В.Г. Высшая математика. Теория вероятностей, математическая статистика, случайные процессы. Сборник задач с решениями [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Крупин В.Г., Павлов А.Л., Попов Л.Г.— Электрон. текстовые данные. — М.: Издательский дом МЭИ, 2013.— 408 с.

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33206.html>

13. Рязанцев В.Д. Большая политехническая энциклопедия [Электронный ресурс]/ Рязанцев В.Д.— Электрон. текстовые данные.— М.: Мир и Образование, 2011.— 704 с.

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14554>.

Периодические издания

14. Прикладная информатика –

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/11770.html>

15. Вестник Российского нового университета. Серия Управление, вычислительная техника и информатика –

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26390.html>

16. Вестник Томского государственного университета. Управление, вычислительная техника и информатика –

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8348.html>

17. Автоматизация и современные технологии –

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26105.html>

18. Вестник Российского нового университета. Серия Управление, вычислительная техника и информатика –

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26390.html>

19. Автометрия –

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34000.html>

20. Сибирский журнал вычислительной математики –

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34024.html>

Интернет-ресурсы

21. Основные Российские образовательные порталы

www.edu.ru - Федеральный портал «Российское образование»

www.informika.ru - Государственный научно-исследовательский институт информационных технологий и телекоммуникаций

22. Интернет - энциклопедия Wikipedia: <http://ru.wikipedia.org>

23. «Программирование в среде Visual Studio.Net: разработка приложений на языке С#» (2010-2015г.г.)

<http://school.sgu.ru/course/view.php?id=29>

Учебный постоянно обновляемый ресурс для обучения программированию на языке С.

24. «Программирование на языке С++» (2010-2015г.г.)

<http://course.sgu.ru/course/view.php?id=137>

Учебный ресурс для обучения программированию на языке С++.

25. Информационно-справочный портал корпорации Microsoft

<http://msdn.microsoft.com/ru-ru/default.aspx>

Справочный материал по особенностям работы с продуктам Microsoft (Microsoft Office, Visual Studio).

26. Образовательном портале Виртуальной академии Microsoft

<http://www.microsoftvirtualacademy.com/>

Справочный материал по особенностям работы с продуктами Microsoft (Microsoft Office, Visual Studio).

Источники ИОС

27. Все лекционные и учебно-методические материалы размещены в электронной форме в ИОС СГТУ имени Гагарина Ю.А.

<https://portal3.sstu.ru/Facult/INETM/AUM/15.04.06/M.1.1.1/default.aspx>

16. Материально-техническое обеспечение

Лекционные и практические занятия проходят с использованием компьютеров в компьютерном классе, оборудованном специализированной учебной мебелью, технических средств обучения (мультимедийный проектор, интерактивная доска).

Для проведения практических занятий требуются компьютерные классы с программным обеспечением (Microsoft Office 2007/2010, Visual C++, Matlab), рассчитанные на обучение группы студентов из 10–15 человек, удовлетворяющие санитарно-гигиеническим требованиям, работающие под

управлением операционной системы Microsoft Windows XP или Windows 7 с подключением к сети Internet.

Электронная библиотека вуза:

<http://lib.sstu.ru/index.php/elmrazdel/melellib>

Электронная информационно-образовательная среда:

<https://portal.sstu.ru>