

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет компьютерных технологий и прикладной математики

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор _____
Хагуров Т.А.
05 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.О.34 «МЕТОДЫ ПОИСКОВОЙ ОПТИМИЗАЦИИ»**

Направление
подготовки/специальность 02.03.02 Фундаментальная информатика
и информационные технологии

Направленность (профиль) / специализация _____
Математическое и программное обеспечение компьютерных технологий

Форма обучения _____ очная _____

Квалификация _____ бакалавр _____

Краснодар
2021

Рабочая программа дисциплины «Методы поисковой оптимизации» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 02.03.02 «Фундаментальные информатика и информационные технологии»

Программу составила:

Е.Е. Полупанова, доцент кафедры вычислительных технологий, кандидат технических наук

_____ 
подпись

Рабочая программа дисциплины «Методы поисковой оптимизации» обсуждена на заседании кафедры вычислительных технологий протокол №6 от «20» марта 2021 г. Заведующий кафедрой (выпускающей)

Вишняков Ю.М.

_____ фамилия, инициалы


подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных технологий и прикладной математики протокол № 1 «21» мая 2021 г.

Председатель УМК факультета Коваленко А.В.

_____ фамилия, инициалы


подпись

Рецензенты:

Схаляхо Ч.А., доцент КВВУ им. С.М. Штеменко, кандидат физико-математических наук, доцент

Гаркуша О.В. доцент кафедры информационных технологий ФБГОУ ВПО «Кубанский государственный университет», кандидат физико-математических наук, доцент

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

Целью преподавания и изучения дисциплины «Методы поисковой оптимизации» является формирование у бакалавров знаний, умений и навыков решения оптимизационных задач, в т.ч. изучаются классические методы решения оптимизационных задач, основанные на использовании дифференциального исчисления для нахождения точек экстремумов функции, методы одномерной минимизации, численные методы условной и безусловной оптимизации.

1.2 Задачи дисциплины

Основные задачи освоения дисциплины:

- анализ и построение эффективных вычислительных алгоритмов для решения оптимизационных задач;

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- основные алгоритмы и методологии создания программных продуктов для задач поисковой оптимизации,
- методы формирования и решения математических моделей алгоритмов оптимизации.

Уметь:

- разрабатывать эффективные математические модели для решения задач оптимизации,
- разрабатывать эффективные функциональные алгоритмы для решения оптимизационных задач,
- оценивать и сравнивать алгоритмы по критериям вычислительной сложности и ресурсоемкости,
- разрабатывать прикладные программы для нужд конкретных предметных областей с помощью инструментальных интегрированных сред;
- отлаживать и тестировать создаваемые программы, используя диагностические возможности среды разработки;

Иметь навыки (приобрести опыт):

- в решении типовых задач поисковой оптимизации с применением современных языков программирования и инструментальных сред;

1.3 Место дисциплины (модуля) образовательной программе

Дисциплина «Методы поисковой оптимизации» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана. Для изучения дисциплины необходимо знание дисциплин «Дифференциальное исчисление», «Интегральное исчисление», «Основы программирования», «Алгебра». Знания, получаемые при изучении вычислительной геометрии, используются при изучении таких дисциплин учебного плана бакалавра как «Компьютерная визуализация образов», «Алгоритмы цифровой обработки мультимедиа», «Распределенные задачи и алгоритмы», «Современные концепции программирования».

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся универсальных/ общепрофессиональных/ профессиональных компетенций (УК/ОПК/ПК)

№	Код и наименование	Индикаторы достижения компетенций
---	--------------------	-----------------------------------

п.п.	компетенции	знает	умеет	владеет
1.	ОПК-4 Способен участвовать в разработке технической документации программных продуктов и комплексов с использованием стандартов, норм и правил, а также в управлении проектами создания информационных систем на стадиях жизненного цикла	Методы создания ирешения математических моделей алгоритмов оптимизации, основные алгоритмы методологов и создания программных продуктов для задач поисковой оптимизации	Разрабатывать и реализовывать процессы жизненного цикла информационных систем, программного обеспечения, сервисов систем информационных технологий, разрабатывать эффективные математические модели алгоритмы для решения задач поисковой оптимизации	Способностью разрабатывать и реализовывать процессы жизненного цикла информационных систем, решения задач поисковой оптимизации с применением современных языков программирования и инструментальных сред

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. (144 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		5 (часы)
Контактная работа, в том числе:		
Аудиторные занятия (всего):	72,3	72,3
Занятия лекционного типа	34	34
Лабораторные занятия	34	34
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	—	—
	—	—
Иная контактная работа:		
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	0,3
Самостоятельная работа, в том числе:	36	36
Курсовая работа	—	—
Проработка учебного (теоретического) материала	28	28
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)	4	4
Реферат	—	—
Подготовка к текущему контролю	4	4
Контроль:	экзамен	экзамен

		н	н
Подготовка к экзамену		35,7	35,7
Общая трудоёмкость	час.	144	144
	в том числе контактная работа	76,3	76,3
	зач. ед.	4	4

2.2 Структура дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.
Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре (очная форма).

№	Наименование разделов	Количество часов		
		Всего	Аудиторная работа	Внеаудиторная

1	2	3				работ а СРС
			Л	П З	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1	Постановка задачи поисковой оптимизации и непопуляционные стохастические алгоритмы ее решения.	10	2	–	4	4
2	Эволюционные алгоритмы.	12	4	–	4	4
3	Алгоритмы роевого интеллекта.	12	4	–	4	4
4	Биоинспирированные алгоритмы.	12	4	–	4	4
5	Популяционные алгоритмы, инспирированные неживой природой, человеческим обществом, и другие популяционные алгоритмы.	10	4	–	2	4
6	Гибридизация популяционных алгоритмов.	14	4	–	4	6
7	Метаоптимизация популяционных алгоритмов.	12	4	–	4	4
8	Популяционные алгоритмы многоцелевой оптимизации	12	6	–	4	2
9	Параллельные популяционные алгоритмы поисковой оптимизации	10	2	–	4	4
10	Подготовка к экзамену	35,7				
11	ИКР	0,3				
12	КСР	4				
	Итого по дисциплине:	144	34	–	34	36

Примечание: Л – лекционные занятия, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Постановка задачи поисковой оптимизации и непопуляционные стохастические алгоритмы ее решения	Классификация алгоритмов решения детерминированной задачи поисковой оптимизации. Локальная безусловная оптимизация. Локальная условная оптимизация. Глобальная оптимизация.	ЛР

2	Эволюционные алгоритмы	Общая схема эволюционных алгоритмов. Кодирование особей. Генетические операторы. Генетические алгоритмы.	ЛР
3	Алгоритмы роевого интеллекта	Оптимизация роем частиц. Муравьиная оптимизация. Оптимизация пчелиным роем.	ЛР
4	Биоинспирированные алгоритмы	Искусственные иммунные системы. Бактериальная оптимизация. GSO-алгоритмы.	ЛР
5	Популяционные алгоритмы, инспирированные неживой природой, человеческим обществом, и другие	Гармонический поиск. Алгоритм гравитационного поиска. Электромагнитный поиск. Алгоритм эволюции разума. Стохастический диффузионный поиск. Культурный алгоритм. Самоорганизующийся миграционный алгоритм. Алгоритмы	ЛР

	популяционные алгоритмы	рассеянного поиска и прокладки путей.	
6	Гибридизация популяционных алгоритмов	Общие принципы гибридизации. Вложенные алгоритмы. Гибридизация по схеме препроцессор / постпроцессор. Коэволюционные алгоритмы.	ЛР
7	Метаоптимизация популяционных алгоритмов	Классификация методов метаоптимизации. Управление параметрами метаоптимизации. Структурная метаоптимизация.	ЛР
8	Популяционные алгоритмы многоцелевой оптимизации	Задача многоцелевой оптимизации (МЦО-задача) и алгоритмы ее решения. Алгоритмы Парето-аппроксимации.	ЛР
9	Параллельные популяционные алгоритмы поисковой оптимизации	Классификация и основные типы параллельных ЭВМ. Методы распараллеливания популяционных алгоритмов оптимизации	ЛР

2.3.2 Занятия семинарского типа

Учебным планом не предусмотрены.

2.3.3 Лабораторные занятия

№ работы	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	Разработка алгоритма локальной безусловной оптимизации функции Химмельблау	ЛР
2	Разработка комбинированного алгоритма глобальной оптимизации поиска минимума функции Химмельблау	ЛР
3	Разработка алгоритма решения задачи квадратичного программирования	ЛР
4	Разработка генетического алгоритма оптимизации с вещественным кодированием особей	ЛР
5	Эволюционный алгоритм глобальной условной оптимизации целевой и фитнес-функции с ограничениями типа неравенств	ЛР
6	Решение задачи глобальной безусловной оптимизации для функций Шекеля, Розенброка, Растригина с помощью алгоритма PSO.	ЛР
7	Алгоритм непрерывной оптимизации колонией муравьев	ЛР
8	Миксимизация функций Розенброка, Химмельблау, Растригина В-алгоритмом.	ЛР
9	Разработка алгоритма искусственной иммунной сети для задачи глобальной безусловной минимизации функций Розенброка.	ЛР
10	Канонический алгоритм бактериальной оптимизации.	ЛР
11	GSO-алгоритм для задачи глобальной безусловной минимизации фитнес-функций.	ЛР
12	Самоорганизующийся миграционный алгоритм.	ЛР
13	Алгоритм рассеянного поиска для решения задачи глобальной условной оптимизации.	ЛР

14	Разработка гибридного вложенного алгоритма.	ЛР
----	---	----

15	Разработка алгоритма динамической параметрической метаоптимизации.	ЛР
16	Разработка непопуляционного алгоритма Парето-аппроксимации.	ЛР
17	Разработка популяционного алгоритма Парето-аппроксимации.	ЛР
18	Решение задачи оптимального отображения алгоритма на архитектуру параллельной ЭВМ.	ЛР

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Учебным планом не предусмотрены.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Индивидуальное задание	Стандарты оформления исходного кода программ и современные интегрированные среды разработки программного обеспечения: учеб.-метод. пособие/ Ю.В.Кольцов [и др.]. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2015. – 111 с., утвержденные кафедрой информационных технологий, протокол № 7 от 9.04.2015.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся и числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии

При проведении занятий по дисциплине используются следующие образовательные технологии:

- технология разноуровневого обучения (дифференцированное обучение);
- технология коллективного взаимодействия (организованный диалог, коллективный способ обучения).

Технология адаптивного обучения (индивидуализированное обучение).

Семестр	Вид занятия	Используемые интерактивные	Количество часов
---------	-------------	----------------------------	------------------

	(Л, ПР, ЛР)	образовательные технологии	
7	Л	Компьютерные презентации и обсуждение	34
	ЛР	Разбор конкретных ситуаций (задач), тренинги по решению задач, компьютерные симуляции (программирование алгоритмов)	34
Итого:			68

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Методы поисковой оптимизации».

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля

Фонд оценочных средств дисциплины состоит из средств текущего контроля выполнения заданий, лабораторных работ, средств итоговой аттестации (экзамен в 7 семестре).

Оценка успеваемости осуществляется по результатам:

- выполнения лабораторных работ;
- ответов на теоретические вопросы при сдаче лабораторных работ;
- ответа на экзамене (для выявления знания и понимания теоретического материала дисциплины).

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1.	Постановка задачи поисковой оптимизации и непопуляционные стохастические алгоритмы ее решения.	ОПК-4	ЛР	Вопросы 1-4
2.	Эволюционные алгоритмы.	ОПК-4	ЛР	Вопросы 5-8
3.	Алгоритмы роевого интеллекта.	ОПК-4	ЛР	Вопросы 9-11
4.	Биоинспирированные алгоритмы.	ОПК-4	ЛР	Вопросы 12-14
5.	Популяционные алгоритмы, инспирированные неживой природой, человеческим обществом, и другие популяционные алгоритмы.	ОПК-4	ЛР	Вопросы 15-22
6.	Гибридизация популяционных алгоритмов.	ОПК-4	ЛР	Вопросы 23-26
7.	Метаоптимизация популяционных алгоритмов.	ОПК-4	ЛР	Вопросы 27-29
8.	Популяционные алгоритмы многоцелевой оптимизации	ОПК-4	ЛР	Вопросы 30-31
9.	Параллельные популяционные алгоритмы поисковой оптимизации	ОПК-4	ЛР	Вопросы 32-33

Показатели, критерии и шкала оценки сформированных компетенций

Код и наименование компетенции	Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания		
	пороговый	базовый	продвинутый
	Оценка		
	Удовлетворительно /зачтено	Хорошо/зачтено	Отлично/зачтено
ОПК-4 Способен участвовать в разработке технической документации программных продуктов и комплексов с использованием стандартов, норм и	Знает – определения основных понятий и алгоритмы поисковой оптимизации	Знает – Основные алгоритмы и методологии создания программных продуктов для задач поисковой оптимизации	Знает – Методы создания и решения математических моделей алгоритмов оптимизации, основные алгоритмы и методологии

правил, а также в управлении проектами создания информационных систем на стадиях жизненного цикла			создания программных продуктов для задач поисковой оптимизации
	Умеет – разрабатывать некоторые математические модели оптимизируемых задач	Умеет – разрабатывать эффективные функциональные математические модели и алгоритмы для решения задач поисковой оптимизации	Умеет – Разрабатывать и реализовывать процессы жизненного цикла информационных систем, программного обеспечения, сервисов систем информационных технологий, разрабатывать эффективные математические модели и алгоритмы для решения задач поисковой оптимизации
	Владеет – Навыками в решении типовых задач оптимизации	Владеет – Способностью разрабатывать и реализовывать процессы жизненного цикла информационных систем	Владеет – Способностью разрабатывать и реализовывать процессы жизненного цикла информационных систем, решения задач поисковой оптимизации с применением современных языков программирования и инструментальных сред

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

№ работы	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	1	Разработка алгоритма локальной безусловной оптимизации функции Химмельблау (ОПК-4).
2		Разработка комбинированного алгоритма глобальной оптимизации поиска минимума функции Химмельблау(ОПК-4)
3		Разработка алгоритма решения задачи квадратичного программирования(ОПК-4).
4	2	Разработка генетического алгоритма оптимизации с вещественным кодированием особей(ОПК-4).
5		Эволюционный алгоритм глобальной условной минимизации целевой и фитнес-функции с ограничениями типа неравенств(ОПК-4).
6	3	Решение задачи глобальной безусловной оптимизации для функций Шекеля, Розенброка, Растригина с помощью алгоритма PSO(ОПК-4).
7		Алгоритм непрерывной оптимизации колонией муравьев(ОПК-4).
8		Минимизация функций Розенброка, Химмельблау, Растригина В-алгоритмом(ОПК-4).
9	4	Разработка алгоритма искусственной иммунной сети для задачи глобальной безусловной минимизации функций Розенброка(ОПК-4).
10		Канонический алгоритм бактериальной оптимизации(ОПК-4).
11		GSO-алгоритм для задачи глобальной безусловной минимизации фитнес-функций(ОПК-4).
12	5	Самоорганизующийся миграционный алгоритм(ОПК-4).
13		Алгоритм рассеянного поиска для решения задачи глобальной условной оптимизации(ОПК-4).
14	6	Разработка гибридного вложенного алгоритма(ОПК-4).
15	7	Разработка алгоритма динамической параметрической метаоптимизации(ОПК-4).
16		Разработка непопуляционного алгоритма Парето-аппроксимации(ОПК-4).
17		Разработка популяционного алгоритма Парето-аппроксимации(ОПК-4).
18	8	Решение задачи оптимального отображения алгоритма на архитектуру параллельной ЭВМ(ОПК-4).

Отчет должен содержать:

- постановку задачи;
- краткое описание проделанной работы;
- список использованной литературы.

Перечень вопросов к экзамену

1. Классификация алгоритмов решения детерминированной задачи поисковой оптимизации(ОПК-4).
2. Локальная безусловная оптимизация(ОПК-4).

3. Локальная условная оптимизация(ОПК-4).
4. Глобальная оптимизация(ОПК-4).
5. Общая схема эволюционных алгоритмов(ОПК-4).
6. Кодирование особей.
7. Генетические операторы(ОПК-4).
8. Генетические алгоритмы(ОПК-4).
9. Оптимизация роем частиц(ОПК-4).
10. Муравьиная оптимизация(ОПК-4).
11. Оптимизация пчелиным роем(ОПК-4).
12. Искусственные иммунные системы(ОПК-4).
13. Бактериальная оптимизация(ОПК-4).
14. Алгоритмы, вдохновленные роем светлячков(ОПК-4).
15. Гармонический поиск(ОПК-4).
16. Алгоритм гравитационного поиска(ОПК-4).
17. Электромагнитный поиск(ОПК-4).
18. Алгоритм эволюции разума(ОПК-4).
19. Стохастический диффузионный поиск(ОПК-4).
20. Культурный алгоритм(ОПК-4).
21. Самоорганизующийся миграционный алгоритм(ОПК-4).
22. Алгоритмы рассеянного поиска и прокладки путей(ОПК-4).
23. Общие принципы гибридизации(ОПК-4).
24. Вложенные алгоритмы(ОПК-4).
25. Гибридизация по схеме препроцессор / постпроцессор(ОПК-4).
26. Козволюционные алгоритмы(ОПК-4).
27. Классификация методов метаоптимизации(ОПК-4).
28. Управление параметрами метаоптимизации.
29. Структурная метаоптимизация(ОПК-4).
30. Задача многоцелевой оптимизации (МЦО-задача) и алгоритмы ее решения(ОПК-4).
31. Алгоритмы Парето-аппроксимации(ОПК-4).
32. Классификация и основные типы параллельных ЭВМ(ОПК-4).
33. Методы распараллеливания популяционных алгоритмов оптимизации(ОПК-4).

4.2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

4.2.1 Методические рекомендации к сдаче экзамена

Оценка успеваемости осуществляется по результатам:

- выполнения лабораторных работ;
- ответов на теоретические вопросы при сдаче лабораторных работ;
- ответа на экзамене (для выявления знания и понимания теоретического материала дисциплины).

4.2.2 Критерии оценивания

Оценка «отлично»: точные формулировки алгоритмов, теорем и правильные доказательства; точные определения математических объектов и ясные и правильные определения объектов, характеризующихся неформализованными понятиями.

Оценка «хорошо»: при ответе на один вопрос даны точные формулировки алгоритмов, теорем и правильные доказательства; точные определения математических объектов и ясные и правильные определения объектов, характеризующихся неформализованными понятиями;

при ответе на второй вопрос имеются неточности формулировки алгоритмов, теорем или пробелы в правильных доказательствах; недостаточно точные определения математических объектов или неясные и не совсем правильные определения объектов, характеризующихся неформализованными понятиями.

Оценка «удовлетворительно»: при ответе на оба вопроса имеются неточности формулировки алгоритмов, теорем или пробелы в правильных доказательствах; недостаточно точные определения математических объектов или неясные и не совсем правильные определения объектов, характеризующихся неформализованными понятиями.

Оценка «неудовлетворительно»: отсутствует ответ хотя бы на один из вопросов или имеются существенные неточности в формулировках алгоритмов, теорем, приведены неправильные доказательства; неверные определения математических объектов и неправильные определения объектов, характеризующихся неформализованными понятиями.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

5.1 Основная литература

1. Золотарев, А.А. Методы оптимизации распределительных процессов / А.А. Золотарев. - Москва : Инфра-Инженерия, 2014. - 160 с. [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=234787>
2. Федунец, Н.И. Методы оптимизации : учебное пособие / Н.И. Федунец, Ю.Г. Черников. - Москва : Горная книга, 2009. - 376 с. - [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229023> .
3. Кремлёв, А.Г. Методы оптимизации : учебное пособие / А.Г. Кремлёв. - Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2012. - 192 с. - ISBN 978-5-7996-0770-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=239827>
4. Летова, Т.А. Методы оптимизации. Практический курс : учебное пособие / Т.А. Летова, А.В. Пантелеев. - Москва : Логос, 2011. - 424 с. - (Новая университетская библиотека). [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=84995>

5.2 Дополнительная литература

1. Кириллов, Ю.В. Прикладные методы оптимизации : учебное пособие / Ю.В. Кириллов, С.О. Веселовская. - Новосибирск : НГТУ, 2012. - Ч. 1. Методы решения задач линейного программирования. - 235 с. - ISBN 978-5-7782-2053-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228968>
2. Островский Г. М., Зиятдинов Н. Н., Лаптева Т. В. Оптимизация технических систем. Учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки "Системный анализ и управление. - Москва: КНОРУС, 2012 (10 экз. в библиотеке КубГУ).
3. Федунец, Н.И. Методы оптимизации : учебное пособие / Н.И. Федунец, Ю.Г. Черников. - Москва : Горная книга, 2009. - 376 с. - ISBN 978-5-7418-0557-2 ; [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229023>

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины(модуля)

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал, лабораторных работ, контрольной работы, экзамена.

Важнейшим этапом курса является самостоятельная работа по дисциплине с использованием указанных литературных источников и методических указаний автора курса.

Виды и формы СР, сроки выполнения, формы контроля приведены выше в данном документе.

Для лучшего освоения дисциплины при защите ЛР студент должен ответить на несколько вопросов из лекционной части курса.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

7.1 Перечень информационных технологий

- Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты.
- Использование электронных презентаций при проведении лекций и практических занятий.

7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

1. Microsoft Visual C++.
2. Программы для демонстрации и создания презентаций («Microsoft Power Point»).

7.3 Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Электронный каталог Научной библиотеки КубГУ (<http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/Web>).
2. Электронная библиотечная система "Университетская библиотека ONLINE" (www.biblioclub.ru).
3. Электронная библиотечная система издательства "Лань" (<https://e.lanbook.com>).
4. Электронная библиотечная система "Юрайт" (<http://www.biblio-online.ru>).

8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№	Вид работ	Наименование учебной аудитории, ее оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО) PowerPoint. ауд. 129, 131, А305.

2.	Лабораторные занятия	Лаборатория, укомплектованная специализированными техническими средствами обучения – компьютерный класс, с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета (лаб. 102-106.).
----	----------------------	--

3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория, (кабинет) – компьютерный класс
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория, приспособленная для письменного ответа при промежуточной аттестации.
5.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.