

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 31

УТВЕРЖДАЮ  
Руководитель направления

д.т.н., проф. \_\_\_\_\_

(должность, уч. степень, звание)

В.Ф. Шишлаков \_\_\_\_\_

(инициалы, фамилия)

  
(подпись)

«22» июня 2023 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Методы оптимизации сложных систем»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	27.04.04
Наименование направления подготовки/ специальности	Управление в технических системах
Наименование направленности	Управление в технических системах
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург– 2023

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

К.ф.-м.н., доц

(должность, уч. степень, звание)

  
(подпись, дата)

В.Г.о. Курбанов

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 31

«22» июня 2023 г, протокол № 6

Заведующий кафедрой № 31

д.т.н., проф.

(уч. степень, звание)

  
(подпись, дата)

В.Ф. Шишлаков

(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 27.04.04(01)

Ст.преп.

(должность, уч. степень, звание)

  
(подпись, дата)

Н.В. Решетникова

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

Ст.преп.

(должность, уч. степень, звание)

  
(подпись, дата)

Н.В. Решетникова

(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Методы оптимизации сложных систем» входит в образовательную программу высшего образования – программу магистратуры по направлению подготовки/ специальности 27.04.04 «Управление в технических системах» направленности «Управление в технических системах». Дисциплина реализуется кафедрой «№31».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-1 «Способен анализировать и выявлять естественно-научную сущность проблем управления в технических системах на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики»

ОПК-2 «Способен формулировать задачи управления в технических системах и обосновывать методы их решения»

ОПК-3 «Способен самостоятельно решать задачи управления в технических системах на базе последних достижений науки и техники»

ОПК-7 «Способен осуществлять обоснованный выбор, разрабатывать и реализовывать на практике схемотехнические, системотехнические и аппаратно-программные решения для систем автоматизации и управления»

ОПК-8 «Способен выбирать методы и разрабатывать системы управления сложными техническими объектами и технологическими процессами»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с решением задач глобальной оптимизации в больших поисковых пространствах с помощью метаэвристических алгоритмов, в том числе:

- изучение теоретических аспектов решения задач глобальной оптимизации;
- постановка прикладных задач глобальной оптимизации в сложных технических системах;
- разработка и исследование алгоритмов глобальной оптимизации;
- программная реализация алгоритмов глобальной оптимизации.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса лекции, практические занятия, самостоятельная работа студента, консультации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Задачи глобальной оптимизации систем в больших поисковых пространствах часто возникают в различных научно-технических приложениях. В последние годы рост производительности вычислительной техники позволяет использовать метаэвристические алгоритмы оптимизации сложных систем, моделирующие эволюцию в живой природе и функционирование социальных и биосистем.

Цель дисциплины - дать студентам теоретические знания и практические навыки использования метаэвристических алгоритмов для решения прикладных задач глобальной оптимизации сложных систем.

1.2. Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-1 Способен анализировать и выявлять естественно-научную сущность проблем управления в технических системах на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики	ОПК-1.3.1 знает задачи управления в технических системах и выделяет базовые составляющие, осуществляет декомпозицию задачи ОПК-1.У.1 умеет анализировать и выявлять естественно-научную сущность проблем управления в технических системах на основе положений, законов и методов в области математики, естественных и технических наук ОПК-1.В.1 владеет навыками выявления проблем управления в технических системах
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-2 Способен формулировать задачи управления в технических системах и обосновывать методы их решения	ОПК-2.3.1 знает основные методы решения задач управления в технических системах ОПК-2.У.1 умеет формулировать задачи управления в технических системах и обосновывать методы их решения ОПК-2.В.1 владеет навыками теоретического и экспериментального управления в технических системах и обосновывает методы их решения
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-3 Способен самостоятельно решать задачи управления в технических системах на базе последних достижений науки и техники	ОПК-3.3.1 знает основы решения базовых задач управления в технических системах на базе последних достижений науки и техники ОПК-3.У.1 умеет самостоятельно решать задачи управления в технических системах на базе последних достижений науки и техники ОПК-3.В.1 владеет навыками

		самостоятельного решения базовых задач управления в технических системах на базе последних достижений науки и техники
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-7 Способен осуществлять обоснованный выбор, разрабатывать и реализовывать на практике схемотехнические, системотехнические и аппаратно-программные решения для систем автоматизации и управления	ОПК-7.У.1 умеет обосновывать применение средств и методов решения задач в рамках профессиональной деятельности
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-8 Способен выбирать методы и разрабатывать системы управления сложными техническими объектами и технологическими процессами	ОПК-8.3.1 знает методы анализа и синтеза систем управления ОПК-8.У.1 умеет реализовывать известные методы анализа и синтеза систем управления ОПК-8.В.1 владеет навыками разработки сложных систем управления в рамках инженерных задач профессиональной деятельности

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

– «Производственная практика, научно-исследовательская работа».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- «Нелинейные и адаптивные системы управления»

## 3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№3
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	5/ 180	5/ 180
<b>Из них часов практической подготовки</b>		
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	34	34
<b>в том числе:</b>		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ),	17	17

(час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	54	54
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	92	92
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

#### 4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 3					
<b>Раздел 1. Классификация методов оптимизации</b>	<b>2</b>		-	-	<b>31</b>
Тема 1.1. Локальная оптимизация.	1	1	-	-	
Тема 1.2. Траекторные и популяционные методы глобальной оптимизации.	1	1	-	-	
<b>Раздел 2. Генетический алгоритм (ГА).</b>	<b>8</b>		-	-	<b>31</b>
Тема 2.1. Классический ГА.	2		-	-	
Тема 2.2. Модификации ГА.	2		-	-	
Тема 2.3. Решение прикладных задач с помощью ГА	4	9	-	-	
<b>Раздел 3. Другие популяционные алгоритмы</b>	<b>7</b>		-	-	<b>30</b>
Тема 3.1. Алгоритмы, инспирированные живой природой	4	3	-	-	
Тема 3.2. Алгоритмы, основанные на социально-политических аналогиях	3	3	-	-	
Итого в семестре:	17	17			92
Итого	17	17	0	0	92

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
Раздел 1.	Классификация методов оптимизации. Оптимизация в технике: постановки задач и целевые функции. Локальная и глобальная оптимизации. Классификация методов глобальной оптимизации.
Тема 1.1.	Локальная оптимизация. Методы спуска по градиенту, дискретный аналог метода спуска по градиенту.

	Одношаговые и многошаговые методы. Безусловная и условная оптимизация.
Тема 1.2.	Траекторные и популяционные методы глобальной оптимизации. Случайный поиск. Поиск с запретами. Метод отжига металла. Эволюционные и биоинспирированные алгоритмы.
Раздел 2.	Генетический алгоритм (ГА).
Тема 2.1.	Классический ГА. Биологические основания ГА. Хромосома и популяция. Генетические операции: отбор, скрещивание и мутация. Строительные блоки в генетическом алгоритме. Теорема схем. Кодирование параметров в ГА. Варианты оценки пригодности хромосом.
Тема 2.2.	Модификации ГА. Варианты стохастического отбора. Турнирная селекция. Селекция отсечением. Варианты операции скрещивания. Бинарный кроссовер. Всеобщий кроссовер. Операция мутации. Миграционная модель генетического алгоритма. Алгоритм EDA. Дифференциальная эволюция.
Тема 2.3.	Решение прикладных задач с помощью ГА. Оптимизация функций и регрессионный анализ. Задачи размещения и комбинаторная оптимизация. Генетический синтез регуляторов. Генетическое обучение интеллектуальных агентов. Генетическое программирование.
Раздел 3.	Другие популяционные алгоритмы
Тема 3.1.	Алгоритмы, инспирированные живой природой Классический алгоритм роя частиц и его модификации. Метод колонии муравьев. Алгоритм кукушки. Алгоритм летучей мыши.
Тема 3.2.	Алгоритмы, основанные на социально-политических аналогиях Алгоритм империалистической конкуренции. Культурологический алгоритм.

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 3					
1	Поиск экстремума методом поградиентного спуска	Решение задач в среде <i>MatLab</i>	1	-	1.1
2	Оптимизация сложной функции с помощью алгоритма имитации отжига	Решение задач в среде <i>MatLab</i>	1	-	1.2
3	Решение комбинаторных задач (задача коммивояжера, диофантовы уравнения, задача размещения) с помощью ГА	Решение задач в среде <i>MatLab</i>	3	-	2.3
4	Поиск экстремума сложных функций с	Решение задач в среде <i>MatLab</i>	3	-	2.3

	помощью ГА				
5	Синтез регуляторов автоматических систем и идентификация объектов управления с помощью ГА	Решение задач в среде <i>MatLab</i>	3	-	2.3
6	Исследование алгоритма роя частиц	Решение задач в среде <i>MatLab</i>	3	-	3.1
7	Исследование алгоритма империалистической конкуренции	Решение задач в среде <i>MatLab</i>	3	-	3.2
Всего			17		

4.4. Лабораторные занятия  
Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено				
Всего				

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы  
Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся  
Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 3, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	72	72
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	10	10
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	10	10
Всего:	92	92

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)  
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.



6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
	Генетический алгоритм : теория и практика : [ Электронный ресурс ] : учебное пособие / М. В. Бураков ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Документ включает в себя 1 файл, размер: (2,21МБ). - СПб. : Изд-во ГУАП, 2008. - 163 с.	
629.7(ГУАП) Б91	Бураков, М. В. Интеллектуальные системы авиационной антиюзовой автоматики [Текст] : учебное пособие / М. В. Бураков, А. С. Коновалов, П. Е. Шумилов ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2005. - 241 с.	40
007(ГУАП) Б91	Бураков, М В. Интеллектуальные системы управления [Текст] : учебное пособие / М. В.Бураков ; С.-Петербург. гос. акад. аэрокосм. приборостроения. - учеб. изд. - СПб. : [б. и.], 1997. - 108 с.	43
007 Л93	Люгер, Джордж Ф. Искусственный интеллект [Текст] : стратегии и методы решения сложных проблем = Artificial intelligence : Structures and strategies for complex problem solving / Д. Ф. Люгер ; Пер. с англ. Н. Н. Куссуль (ред.) и др. - 4-е изд. - М. и др. : Вильямс, 2003. - 864 с.	10

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
	Не предусмотрено

8. Перечень информационных технологий

8.1.Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
1.	Matlab

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

## 9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	
2	Компьютерный класс	

## 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

11. Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>

### 10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1.	Алгоритм имитации отжига металла	ОПК-1.3.1
2.	Теорема схем	
3.	Принципы генетического тестирования программ.	
4.	Принципы муравьиной оптимизации	
5.	Муравьиная оптимизация в задаче коммивояжера	
6.	Алгоритм светлячка	
7.	Алгоритм летучей мыши	
8.	Алгоритм империалистической конкуренции	
9.	Культурологический алгоритм	
10.	Основные представления об эволюции	ОПК-1.У.1
11.	Генетический алгоритм (ГА). Общие понятия, сравнение с другими методами.	
12.	Метод колонии муравьев	ОПК-1.В.1
13.	Кодирование параметров в ГА	
14.	Ройный интеллект в задачах глобальной оптимизации, сравнение с ГА	
15.	Классификация методов глобальной оптимизации	ОПК-2.3.1
16.	Генетическое программирование и язык ЛИСП	
17.	Операция селекции, ее варианты	ОПК-2.У.1
18.	Операция скрещивания, ее варианты	
19.	Операция мутации	

20.	Оценивание пригодности	ОПК-2.В.1
21.	Метод поиска кукушки	
22.	Миграционная модель генетического алгоритма	ОПК-3.3.1
23.	Дифференциальная эволюция	
24.	Обучение ПИД - регулятора	ОПК-3.У.1
25.	Обучение нейронного регулятора	
26.	Обучение нечеткого регулятора	
27.	Обучение ПИД - регулятора	ОПК-3.В.1
28.	Обучение нейронного регулятора	
29.	Обучение нечеткого регулятора	
30.	Обучение ПИД - регулятора	ОПК-7.У.1
31.	Обучение нейронного регулятора	
32.	Обучение нечеткого регулятора	
33.	Локальная и глобальная оптимизация	ОПК-8.3.1
34.	Обучение интеллектуального агента	
35.	Генетическое программирование. Общие понятия.	ОПК-8.У.1
36.	Локальная и глобальная оптимизация	
37.	Обучение интеллектуального агента	
38.	Генетическое программирование. Общие понятия.	
39.	Локальная и глобальная оптимизация	ОПК-8.В.1
40.	Обучение интеллектуального агента	
41.	Генетическое программирование. Общие понятия.	

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
	Не предусмотрено	

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и

процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

## 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

### 11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

#### Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

#### Структура предоставления лекционного материала:

- Постановка задач глобальной оптимизации;
- Классификация методов решения задач глобальной оптимизации;
- Описание конкретных алгоритмов оптимизации сложных систем.

### 11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

#### Планируемые результаты при освоении обучающимися практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;

- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

#### Требования к проведению практических занятий

Практические занятия проводятся на базе компьютерного класса, оснащенного пакетом прикладных программ *MatLab*. Задача практических занятий – формирование навыков решения прикладных задач в области оптимизации сложных систем, в том числе: описание целевой функции, составление алгоритма и его программная реализация, представление и оценка полученных результатов.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится путем мониторинга результатов выполнения практических работ, контрольным вопросам на защите практических работ, путем получения обратной связи во время проведения лекций.

Своевременная сдача отчетов по практическим заданиям и положительный результат на защите этих работ может учитываться при проведении промежуточной аттестации.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Промежуточная аттестация проводится по ФОС, приведенному в п.14.2 данной рабочей программы дисциплины.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой