

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

Кафедра № 23

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель направления

доц., к.т.н.
(должность, уч. степень, звание)

М.А. Ваганов
(инициалы, фамилия)

(подпись)
«20» июня 2023

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Прикладные методы оптимизации»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	11.03.04
Наименование направления подготовки/ специальности	Электроника и нанoeлектроника
Наименование направленности	Промышленная электроника
Форма обучения	очная

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

ст. преподаватель
(должность, уч. степень, звание)

М.Виниф
(подпись, дата)

Е.П. Виноградова
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 23
«5» июня 2023 г, протокол № 7/23

Заведующий кафедрой № 23

д.т.н., проф.
(уч. степень, звание)

(подпись, дата)

А.Р. Бестугин
(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 11.03.04(06)

доц., к.т.н.
(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

М.А. Ваганов
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

доц., к.т.н., доц.
(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

О.Л. Балышева
(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Прикладные методы оптимизации» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» направленности «Промышленная электроника». Дисциплина реализуется кафедрой «№23».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-5 «Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения.»

ПК-7 «Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения.»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с рассмотрением общих задач оптимизации, проработкой математического аппарата для формулирования и решения оптимизационных задач, а также с применением элементов теории оптимизации для решения практических задач.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа обучающегося.

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

Цель прохождения курса по дисциплине «Прикладные методы оптимизации» заключается в изучении теоретических положений общей теории оптимизации, основ теории вариационного исчисления и оптимального управления, рассмотрении вариантов их практического применения для решения оптимизационных задач с учетом критериев оптимизации, а также формировании у обучающихся навыков анализа реальных объектов оптимизации и проистекающих в них процессов.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, 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
Профессиональные компетенции	ПК-5 Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения.	ПК-5.3.1 знать методику построения физических и математических моделей устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения. ПК-5.В.1 владеть математическим аппаратом, необходимым для построения моделей электронных устройств различного назначения.
Профессиональные компетенции	ПК-7 Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения.	ПК-7.В.1 владеть навыками содержательной интерпретации экспериментальных результатов, полученных при исследовании электронных приборов.

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

«Математика. Математический анализ»;

«Математика. Дискретная математика»;

«Математические методы моделирования информационных процессов и систем»;

«Информационные технологии».

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

«Элементы систем обработки информации»;

«Компьютерные методы моделирования электронных устройств».

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
		№6
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	5/ 180	5/ 180
Из них часов практической подготовки	34	34
Аудиторные занятия, всего час.	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	34
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	36	36
Самостоятельная работа, всего (час)	93	93
Вид промежуточной аттестации: 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)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 6					
Раздел 1. Постановка задач оптимизации. Основные понятия и определения.	4		16		25
Раздел 2. Одномерные задачи оптимизации.	2		12		17
Раздел 3. Линейное программирование	3		4		17

Раздел 4. Транспортная задача как пример оптимизационной задачи	4		4		17
Раздел 5. Динамическое программирование. Принцип Беллмана	4		2		17
Итого в семестре:	17		34		93
Итого	17	0	34	0	93

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
1. Постановка задачи оптимизации, основные понятия и определения.	Постановка задачи оптимизации. Основные понятия и определения. Элементы выпуклого анализа. Безусловный экстремум. Условный экстремум. Выпуклое программирование. Условный экстремум при ограничениях типа равенства. Условный экстремум при ограничениях типа неравенства. Условный экстремум при ограничениях смешанного типа.
2. Одномерные задачи оптимизации.	Постановка одномерной задачи оптимизации. Методы решения одномерных задач оптимизации. Метод дихотомии. Метод золотого сечения. Метод квадратичной интерполяции. Метод множителей Лагранжа. Градиентные методы оптимизации.
3. Линейное программирование	Постановка задачи линейного программирования. Целочисленное линейное программирование. Метод Гомори. Метод ветвей и границ. Симплекс-метод. Определение двойственной задачи. Практическая интерпретация двойственной задачи. Двойственный симплекс-метод.
4. Транспортная задача как пример оптимизационной задачи.	Постановка задачи и основные понятия. Сбалансированная транспортная задача. Методы нахождения начального решения (плана). Решение транспортной задачи методом потенциалов. Несбалансированные задачи.
5. Динамическое программирование. принцип Беллмана.	Постановка задачи. Принцип оптимальности и уравнение Беллмана. Оптимальное управление. Решение задач оптимального управления методом динамического программирования.

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	№ раздела дисцип
-------	---------------------------	----------------------------	---------------------	---------------------	------------------

				подготовки, (час)	лины
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

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
Семестр 6				
1.	Вычисление производной сложной функции	4	4	1
2.	Нахождение экстремума унимодальной функции методом дихотомии.	4	4	2
3.	Нахождение экстремума унимодальной функции методом золотого сечения.	4	4	2
4.	Нахождение экстремума унимодальной функции методом Фибоначчи.	4	4	2
5.	Нахождение экстремума функции нескольких переменных	4	4	1
6.	Решение многомерной задачи оптимизации с учетом наложенных ограничений в среде Excel	4	4	1,3
7.	Применение Симплекс-метода для решения задач оптимизации	4	4	3
8.	Применение метода ветвей и границ для решения задачи коммивояжера	4	4	4,5
Всего		34	34	

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 6, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	77	77
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	8	8

Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	8	8
Всего:	93	93

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)
http://znanium.com/bookread.php?book=389717	Федосеев, В. В. Экономико-математические методы и прикладные модели [Электронный ресурс] : Учеб. пособие для вузов / В. В. Федосеев, А. Н. Гармаш, И .В. Орлова и др.; Под ред. В. В. Федосеева. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : ЮНИТИДАНА, 2016. - 304 с	
http://znanium.com/bookread.php?book=410659	Сухарев А. Г. Курс методов оптимизации [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / А. Г. Сухарев, А. В. Тимохов, В. В. Федоров. - 2-е изд. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2015. - 384 с.	
http://znanium.com/bookread.php?book=350985	Аттетков А. В. Методы оптимизации: Учебное пособие / А.В. Аттетков, В.С. Зарубин, А.Н. Канатников. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2014 - 270 с	
http://znanium.com/bookread.php?book=242620	Гармаш А. Н. Математические методы в управлении: Учебное	
519.863(075) А 92	Аттетков, А. В. Введение в методы оптимизации:	5

	[учебное пособие]/ А. В. 5 10 Аттетков, В. С. Зарубин, А. Н. Канатников. - М.: Финансы и статистика: ИНФРА-М, 2008. - 272 с.	
519.6/.8 П 75	Прикладные методы оптимизации : учебно- методическое пособие / Б. К. Акопян [и др.] ; С.- Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Санкт-Петербург : Изд-во ГУАП, 2019. - 67 с.	5

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
http://lms.guap.ru/	Система дистанционного обучения ГУАП.
http://guap.ru/guap/standart/prav_main.shtml	Правила оформления текстовых документов по ГОСТ 7.32 – 2001, ГОСТ 2.105-95.
http://lib.aanet.ru/	Электронные ресурсы ГУАП.

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
	Не предусмотрено

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 таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	52-19, 53-07
2	Мультимедийная лекционная аудитория	52-19
3	Компьютерная лаборатория	52-19

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации
Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Экзаменационные билеты; Задачи; Тесты.

10.1. 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»	– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

10.2. 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.	Постановка задачи оптимизации. Основные понятия и определения.	ПК-5.3.1
2.	Элементы выпуклого анализа.	ПК-5.В.1
3.	Безусловный экстремум.	ПК-5.3.1
4.	Условный экстремум.	ПК-5.3.1
5.	Выпуклое программирование.	ПК-5.3.1
6.	Условный экстремум при ограничениях типа равенства.	ПК-5.3.1
7.	Условный экстремум при ограничениях типа неравенства.	ПК-5.3.1
8.	Условный экстремум при ограничениях смешанного типа.	ПК-5.3.1
9.	Постановка одномерной задачи оптимизации.	ПК-5.3.1
10.	Методы решения одномерных задач оптимизации.	ПК-5.В.1
11.	Метод дихотомии.	ПК-5.В.1
12.	Метод золотого сечения.	ПК-5.В.1
13.	Метод квадратичной интерполяции.	ПК-5.В.1
14.	Метод множителей Лагранжа.	ПК-5.В.1
15.	Градиентные методы оптимизации.	ПК-5.В.1
16.	Постановка задачи линейного программирования.	ПК-5.3.1
17.	Целочисленное линейное программирование. Метод Гомори.	ПК-5.В.1
18.	Метод ветвей и границ.	ПК-5.В.1
19.	Симплекс-метод. Определение двойственной задачи. Практическая интерпретация двойственной задачи. Двойственный симплекс-метод. Постановка задачи и основные понятия.	ПК-5.3.1
20.	Сбалансированная транспортная задача. Методы нахождения начального решения (плана). Решение транспортной задачи методом потенциалов.	ПК-5.3.1
21.	Несбалансированные задачи. Постановка задачи.	ПК-5.3.1
22.	Принцип оптимальности и уравнение Беллмана.	ПК-7.В.1
23.	Оптимальное управление. Решение задач оптимального управления методом динамического программирования.	ПК-5.В.1

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
	<p>1. Определите неверное утверждение:</p> <p>а) Процесс вычисления производной называется дифференцированием;</p> <p>б) Процесс вычисления производной называется интегрированием;</p> <p>в) Производная функции в точке определяется как предел отношения приращения функции к приращению её аргумента в данной точке при стремлении приращения аргумента к нулю, если такой предел существует.</p> <p>г) Производная функции в точке характеризует скорость изменения функции в данной точке.</p>	ПК-5.3.1
	<p>2. Производная произведения двух функций:</p> <p>а) равна произведению производных этих функций;</p> <p>б) равна сумме производных этих функций;</p> <p>в) равна разности производных этих функций;</p> <p>г) равна сумме произведения производной первой функции на нетронутую вторую функцию и произведения производной второй функции на нетронутую первую функцию.</p>	ПК-5.В.1
	<p>3. Производная суммы двух функций:</p> <p>а) равна произведению производных этих функций;</p> <p>б) равна сумме производных этих функций;</p> <p>в) равна разности производных этих функций;</p> <p>г) равна сумме произведения производной первой функции на нетронутую вторую функцию и произведения производной второй функции на нетронутую первую функцию.</p>	ПК-5.В.1
	<p>4. Метод одномерной оптимизации, основанный на последовательном делении пополам текущего интервала неопределенности, называют:</p> <p>а) методом дихотомии,</p> <p>б) методом золотого сечения;</p> <p>в) методом равномерного поиска;</p> <p>г) методом Фибоначчи.</p>	ПК-5.В.1
	<p>5. Квадратичная форма $x^T A x$ (а также соответствующая симметричная матрица A) называется положительно определенной, если:</p> <p>а) для любого ненулевого x выполняется неравенство $x^T A x > 0$;</p> <p>б) для любого ненулевого x выполняется неравенство $x^T A x < 0$;</p> <p>в) для любого x выполняется неравенство $x^T A x \geq 0$ и существует вектор $x \neq 0$, для которого $x^T A x = 0$;</p> <p>г) для любого x справедливо $x^T A x = 0$.</p>	ПК-7.В.1
	<p>6. Для того чтобы матрица A была положительно определенной:</p> <p>а) необходимо и достаточно, чтобы все главные миноры матрицы A были неотрицательны;</p> <p>б) необходимо и достаточно, чтобы знаки угловых миноров были строго</p>	ПК-7.В.1

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

10.3. 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:

1. Постановка задачи оптимизации, основные понятия и определения. Постановка задачи оптимизации. Основные понятия и определения. Элементы выпуклого анализа. Безусловный экстремум. Условный экстремум. Выпуклое программирование. Условный экстремум при ограничениях типа равенства. Условный экстремум при ограничениях типа неравенства. Условный экстремум при ограничениях смешанного типа.

2. Одномерные задачи оптимизации. Постановка одномерной задачи оптимизации. Методы решения одномерных задач оптимизации. Метод дихотомии. Метод золотого сечения. Метод квадратичной интерполяции. Метод множителей Лагранжа. Градиентные методы оптимизации.

3. Линейное программирование. Постановка задачи линейного программирования. Целочисленное линейное программирование. Метод Гомори. Метод ветвей и границ. Симплекс-метод. Определение двойственной задачи. Практическая интерпретация двойственной задачи. Двойственный симплекс-метод.

4. Транспортная задача как пример оптимизационной задачи. Постановка задачи и основные понятия. Сбалансированная транспортная задача. Методы нахождения начального решения (плана). Решение транспортной задачи методом потенциалов. Несбалансированные задачи.

5. Динамическое программирование. Постановка задачи. Принцип оптимальности и уравнение Беллмана. Оптимальное управление. Решение задач оптимального управления методом динамического программирования.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах (*не предусмотрено учебным планом по данной дисциплине*)

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий (*не предусмотрено учебным планом по данной дисциплине*)

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ
В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

Задания по лабораторным работам соответствуют позициям перечня таблицы 6.

Методические указания по прохождению лабораторных работ приводятся в учебном пособии: Б.К. Акопян, Е.П. Виноградова, С.М. Герасимов, Н.Н. Григорьева. Прикладные методы оптимизации (учебно-методическое пособие). СПб.: ГУАП, 2019 г, 67 с.

Очевидным требованием является наличие у студентов навыков работы с вычислительной техникой, полученных при изучении дисциплин, которые перечислены в п. 2.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Обязательным является наличие титульного листа, изложения цели работы, порядка ее выполнения и выводов. Возможна электронная форма отчета в формате PDF.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Указаны по ссылке - http://guap.ru/guap/standart/prav_main.shtml

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы *(не предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

11.6. 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.

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

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

Система оценок при проведении ТКУ осуществляется в соответствии с требованиями Положения «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП»

11.8. 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».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положения «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП»

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