

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

Кафедра № 41

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель образовательной программы
доц., к.т.н.
(должность, уч. степень, звание)

Е.Л. Турнецкая
(инициалы, фамилия)

(подпись)
«27» июня 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Прикладные методы оптимизации»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	09.03.03
Наименование направления подготовки/ специальности	Прикладная информатика
Наименование направленности	Прикладная информатика в информационной сфере
Форма обучения	заочная
Год приема	2024

Санкт-Петербург– 2024

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Старший преподаватель
(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

Н.Н. Григорьева

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 41

«18» июня 2024 г, протокол № 11-2023/24

 Заведующий кафедрой № 41

д.т.н., проф.

(уч. степень, звание)


(подпись, дата)

Г.А. Коржавин

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №4 по методической работе

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)


(подпись, дата)

А.А. Фоменкова

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Прикладные методы оптимизации» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 09.03.03 «Прикладная информатика» направленности «Прикладная информатика в информационной сфере». Дисциплина реализуется кафедрой «№41».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-13 «способность применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач»

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: лекции, лабораторные работы, практические занятия, 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

Цели изучения курса «Прикладные методы оптимизации» заключаются в освоении базовых общих теоретических положений теории оптимизации и основных понятий теории оптимального управления, формировании у обучающихся навыков анализа реальных объектов оптимизации и проистекающих в них процессов, а также - навыков анализа рассмотрении вариантов практического применения различных методов и средств для решения оптимизационных задач с учетом критериев оптимизации.

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-13 способность применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач	ПК-13.3.1 знать подходы и базовые методы решения научно-исследовательских задач в области информационных процессов и систем ПК-13.У.1 уметь осуществлять формализацию задач исследования информационных процессов и систем ПК-13.В.1 владеть навыками решения задач анализа информационных процессов и систем

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Математика. Математический анализ,
- Теория вероятностей,
- Теория систем и системный анализ,

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

- Организация научных исследований,
- Моделирование систем распределения ресурсов,
- Проектный практикум,
- Исследование операций.
- Информатизация и анализ информационных ресурсов общества.

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
		№8

1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	5/ 180	5/ 180
Из них часов практической подготовки	12	12
Аудиторные занятия, всего час.	16	16
в том числе:		
лекции (Л), (час)	4	4
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	4	4
лабораторные работы (ЛР), (час)	8	8
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	9	9
Самостоятельная работа, всего (час)	155	155
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) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 8					
Раздел 1. Постановка задачи оптимизации	1	1			20
Раздел 2. Одномерные и многомерные задачи оптимизации		1	2		30
Раздел 3. Задачи нелинейного программирования	1		2		30
Раздел 4. Многокритериальные задачи оптимизации	1	1			20
Раздел 5. Задачи целочисленного линейного программирования	1		2		30
Раздел 6. Позиционные задачи теории игр		1	2		25
Итого в семестре:	4	4	8		155
Итого	4	4	8	0	155

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	<p>Постановка задачи оптимизации.</p> <p>Оптимизация - основные понятия и определения. Обобщенная классификация задач оптимизации и методов их решения. Классические задачи оптимизации. Основные понятия теории оптимального управления. Элементы выпуклого анализа. Алгоритмы поиска условного экстремума при ограничениях различных типов.</p>
2	<p>Одномерные и многомерные задачи оптимизации.</p> <p>Постановка одномерной задачи оптимизации. Методы решения. одномерных задач оптимизации (методы дихотомии, золотого сечения, квадратичной интерполяции, множителей Лагранжа). Градиентные методы оптимизации</p> <p>Оптимизация функции нескольких переменных. Безусловная оптимизация; численные методы решения задачи нахождения экстремума. Условная оптимизация функции нескольких переменных.</p>
3	<p>Задачи нелинейного программирования.</p> <p>Основные положения и определения. Градиентные методы поиска оптимального решения. Численные методы в задачах без ограничений и с ограничениями.</p>
4	<p>Многокритериальные задачи оптимизации</p> <p>Множество оптимальных решений. Отношения предпочтения и неразличимости. Понятие Парето-оптимальности.</p> <p>Лексикографическое упорядочение критериев. Метод идеальной точки. Методы скаляризации критериев.</p>
5	<p>Задачи целочисленного линейного программирования</p> <p>Постановка задачи целочисленного линейного программирования. Метод отсекающих плоскостей (алгоритм Гомори). Метод ветвей и границ.</p> <p>Представление целочисленной транспортной задачи в сетевой форме и алгоритм поиска оптимального потока.</p>
6	<p>Позиционные задачи теории игр.</p> <p>Многошаговые процессы принятия решений. Приведение позиционной игры к нормальной форме. Порядок решения позиционных задач с неполной информацией. Решение позиционных задач с полной информацией методами динамического программирования.</p>

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 7					
1	Нахождение производной сложной функции	Решение типовых задач	1	1	1
2	Решение многомерной задачи оптимизации	Решение типовых задач	1	1	2

3	Решение многокритериальной задачи оптимизации	Решение типовых задач	1	1	4
4	Решение позиционной игры с полной информацией	Решение типовых задач	1	1	6
Всего			4	4	

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 7				
1	Нахождение экстремума унимодальной функции численными методами	2	2	2
2	Решение задачи нелинейного программирования	2	2	3
3	Исследование методов решения задач целочисленного программирования	2	2	5
4	Решение позиционной игры с неполной информацией	2	2	6
Всего		8	8	

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 8, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	65	65
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	25	25
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)	40	40
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	25	25
Всего:	155	155

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)
519.6 М 64	Мироновский, Л.А. Численные методы и оптимизация: учебное пособие / Л.А.Мироновский, Т. Н. Соловьева, Д.В.Шинтяков; - СПб.: ГУАП, 2017. - 147 с.	19
https://znanium.com/catalog/product/1497867	Аттетков, А.В. Методы оптимизации: учебное пособие / А.В. Аттетков, В.С. Зарубин, А.Н. Канатников. — Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2021. — 270 с.	
https://znanium.com/catalog/product/540959	Колобашкина, Л. В. Основы теории игр: Учебное пособие / Колобашкина Л.В., - 4-е изд., (эл.) - Москва :Лаборатория знаний, 2017. - 198 с.	
https://znanium.com/catalog/product/1904865	Шайдуллина, Н. К. Применение Microsoft Excel для решения задач оптимизации : учебное пособие / Н. К. Шайдуллина. - Казань : КНИТУ, 2019. - 92 с.	
519.6/.8 П 75	Прикладные методы оптимизации: учебно-методическое пособие / Б. К. Акопян [и др.] - СПб: ГУАП, 2019. - 67 с.	5
519.6 Ш 24	Шапоров, С.Д. Численные методы вычислительной математики: учебное пособие / С.Д.Шапоров. – СПб.: ГУАП, 2017. – 278 с.	19
519.6/.8 Ш 24	Шапоров, С.Д. Принятие решений в условиях риска и неопределенности : учебное пособие / С. Д. Шапоров ; - СПб. : ГУАП, 2018. - 139 с	5
519.6/.8 Д 45	Дик, О.Е. Методы оптимизации и решения задач оптимизации в среде MATLAB : учебное пособие / О. Е. Дик, А. О. Смирнов, Е. Г. Семенова - СПб :ГУАП, 2020. - 63 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
https://lms.guap.ru/	Система дистанционного обучения ГУАП.
http://lib.guap.ru/	Электронные ресурсы ГУАП.
https://guap.ru/standart/doc	Нормативная документация для учебного процесса

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	Microsoft Office
2	MATLAB
3	Mathcad

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	Вычислительная лаборатория с компьютерами под управлением ОС Windows, объединенных в локальную сеть	

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. 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 Тесты.

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"> – 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»	<ul style="list-style-type: none"> – 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»	<ul style="list-style-type: none"> – 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.
«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.

10.3. 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.	Постановка задачи оптимизации. Основные понятия и определения.	ПК-13.3.1
2.	Классические задачи оптимизации (геометрические и алгебраические)	ПК-13.3.1
3.	Элементы выпуклого анализа	ПК-13.3.1
4.	Безусловный экстремум	ПК-13.У.1
5.	Условный экстремум	ПК-13.У.1
6.	Выпуклое программирование	ПК-13.3.1
7.	Условный экстремум при ограничениях типа равенства	ПК-13.У.1
8.	Условный экстремум при ограничениях типа неравенства	ПК-13.У.1
9.	Условный экстремум при ограничениях смешанного типа	ПК-13.У.1
10.	Постановка одномерной задачи оптимизации	ПК-13.3.1
11.	Методы решения одномерных задач оптимизации	ПК-13.У.1
12.	Метод дихотомии	ПК-13.В.1

13.	Метод золотого сечения	ПК-13.В.1
14.	Метод квадратичной интерполяции	ПК-13.В.1
15.	Метод множителей Лагранжа	ПК-13.В.1
16.	Задачи нелинейного программирования (НЛП), особенности и классификация	ПК-13.З.1
17.	Порядок решения задачи квадратичного программирования	ПК-13.У.1
18.	Решение задачи НЛП методом штрафных функций	ПК-13.В.1
19.	Решение задачи НЛП методом Франка-Вульфа	ПК-13.В.1
20.	Задачи целочисленного линейного программирования	ПК-13.З.1
21.	Решение задачи целочисленного программирования методом Гомори	ПК-13.В.1
22.	Решение задачи целочисленного программирования методом ветвей и границ	ПК-13.В.1
23.	Представление транспортной задачи в сетевой форме	ПК-13.У.1
24.	Порядок решения целочисленной транспортной задачи, представленной в сетевой форме	ПК-13.В.1
25.	Особенности многокритериальных задач оптимизации. Оптимальность по Парето	ПК-13.З.1
26.	Многокритериальные задачи и лексикографические методы поиска оптимального решения	ПК-13.У.1
27.	Многокритериальные задачи и метод идеальной точки	ПК-13.У.1
28.	Методы скаляризации критериев в многокритериальных задачах	ПК-13.У.1
29.	Позиционные задачи теории игр. Общие сведения	ПК-13.З.1
30.	Решение позиционной задачи с полной информацией методами динамического программирования	ПК-13.В.1
31.	Нормализация позиционных задач с полной и неполной информацией	ПК-13.В.1
32.	Порядок решения позиционной задачи с неполной информацией	ПК-13.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
1.	Прочитайте текст и выберите один правильный ответ. В многокритериальных задачах оптимизации может быть использован метод идеальной точки. Выберите определение этого метода:	ПК-13.З.1

	<p>1 – отыскание на границе Парето точки, максимально удаленной от точки утопии</p> <p>2 – отыскание в пространстве состояний точки, в которой все критерии достигают максимального значения</p> <p>3 – отыскание на границе Парето точки, ближайшей к точке утопии</p> <p>4 – отыскание в пространстве состояний точки, в которой все критерии достигают минимального значения</p>																					
2.	<p>Прочитайте текст и выберите правильные ответы.</p> <p>Определите, какие методы могут быть использованы для решения задач целочисленного программирования</p> <p>1 – метод Фогеля</p> <p>2 – метод ветвей и границ</p> <p>3 – метод Канторовича</p> <p>4 – метод Гомори</p>	ПК-13.У.1																				
3.	<p>Прочитайте текст и установите соответствие.</p> <p>К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце. Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами.</p> <p>При решении задачи поиска экстремума функции нескольких переменных для определения состояния матрицы Гессе применяется критерий Сильвестра. Соотнесите состояние главных миноров и состояние матрицы Гессе</p> <table border="1" data-bbox="311 963 1273 1339"> <thead> <tr> <th colspan="2">Главные миноры</th> <th colspan="2">Состояние матрицы Гессе</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Миноры строго положительны</td> <td>А</td> <td>Матрица отрицательно определена</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Знаки миноров чередуются, начиная с отрицательного</td> <td>Б</td> <td>Матрица положительно определена</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Миноры неотрицательны</td> <td>В</td> <td>Матрица отрицательно полуопределена</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Миноры нечетного порядка неположительны, четного порядка неотрицательны</td> <td>Г</td> <td>Матрица положительно полуопределена</td> </tr> </tbody> </table>	Главные миноры		Состояние матрицы Гессе		1	Миноры строго положительны	А	Матрица отрицательно определена	2	Знаки миноров чередуются, начиная с отрицательного	Б	Матрица положительно определена	3	Миноры неотрицательны	В	Матрица отрицательно полуопределена	4	Миноры нечетного порядка неположительны, четного порядка неотрицательны	Г	Матрица положительно полуопределена	ПК-13.В.1
Главные миноры		Состояние матрицы Гессе																				
1	Миноры строго положительны	А	Матрица отрицательно определена																			
2	Знаки миноров чередуются, начиная с отрицательного	Б	Матрица положительно определена																			
3	Миноры неотрицательны	В	Матрица отрицательно полуопределена																			
4	Миноры нечетного порядка неположительны, четного порядка неотрицательны	Г	Матрица положительно полуопределена																			
4.	<p>Прочитайте текст и установите последовательность.</p> <p>Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.</p> <p>При поиске экстремума унимодальной функции могут быть использованы несколько методов решения задачи оптимизации. В качестве критерия оптимальности алгоритма используется величина текущего интервала. Расположите методы в порядке улучшения этого показателя при количестве итераций $N=8$</p> <p>А – алгоритм Фибоначчи</p> <p>Б – алгоритм дихотомии (половинного деления)</p> <p>В – алгоритм равномерного поиска</p> <p>Г – алгоритм золотого сечения</p>	ПК-13.У.1																				
5.	<p>Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ.</p> <p>Дайте определение и укажите основные методы решения позиционных игр</p>	ПК-13.В.1																				

Ключи правильных ответов на тесты размещены в Приложении 1 к РПД и находятся у специалистов по УМР кафедры 41, заместителя заведующего кафедрой и руководителя образовательной программы.

Система оценивания тестовых заданий показана в таблице 18.1

Таблица 18.1 – Система оценивания тестовых заданий

№	Указания по оцениванию	Результат оценивания (баллы, полученные за выполнение \ характеристика правильности ответа)
1	Задание закрытого типа на установление соответствия считается верным, если установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого столбца)	Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов (либо указывается «верно» \ «неверно»)
2	Задание закрытого типа на установление последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр	Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов (либо указывается «верно» \ «неверно»)
3	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора считается верным, если правильно указана цифра и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответа	Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов (либо указывается «верно» \ «неверно»)
4	Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора считается верным, если правильно указаны цифры и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответов	Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов (либо указывается «верно» \ «неверно»)
5	Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте	Правильный ответ за задание оценивается в 3 балла, если допущена одна ошибка \ неточность \ ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более 1 ошибки \ ответ неправильный \ ответ отсутствует – 0 баллов (либо указывается «верно» \ «неверно»)

Инструкция по выполнению тестового задания находится в таблице 18.2.

Таблица 18.2 - Инструкция по выполнению тестового задания

№	Тип задания	Инструкция
1	Задание закрытого типа на установление соответствия	Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце
2	Задание закрытого типа на установление последовательности	Прочитайте текст и установите последовательность Запишите соответствующую последовательность букв слева направо

3	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора	Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
4	Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора	Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
5	Задание открытого типа с развернутым ответом	Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

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

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	<p>Индивидуальные задания и методические указания для выполнения контрольных работ представлены в учебно-методическом пособии Прикладные методы оптимизации учебно-методическое пособие / Б. К. Акоюн [и др.] ; С.- Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб: Изд-во ГУАП, 2019., представленном в личном кабинете обучающегося.</p> <p>В контрольную работу включаются задачи из разделов: раздел 1 (Нахождение производной сложной функции), раздел 2 (Решение одномерной задачи оптимизации), раздел 3 (Нахождение экстремума функции нескольких переменных), раздел 5 (Нахождение оптимального решения задачи линейного программирования симплекс-методом).</p> <p>Номер варианта индивидуального задания (номер варианта в списке заданий для самостоятельной работы) определяется преподавателем</p>

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:

- Изложение материала по рассматриваемой теме;
- Демонстрация примеров решения конкретных задач;
- Ответы на возникающие вопросы по теме лекции.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах
Учебным планом не предусмотрено

11.3. 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 обучающимся 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 после чтения лекций, дающих теоретические основы для их выполнения. Допускается выполнение практических занятий до прочтения лекций с целью облегчения изучения теоретического материала при наличии описаний работ, включающих необходимые сведения или ссылки на конкретные учебные издания, содержащие эти сведения.

Практическое занятие состоит из следующих элементов: вводная часть, основная и заключительная. Вводная часть обеспечивает подготовку студентов к выполнению задания на занятии. В нее входят: формулировка темы, цели и задач занятия, обоснование

его значимости в профессиональной подготовке студентов; изложение теоретических основ работы; характеристика состава и особенностей заданий работы и объяснение методов (способов, приемов) их выполнения; характеристика требований к результату работы; проверка готовности студентов выполнять задания.

Для некоторых практических занятий предполагается самостоятельное выполнение студентами индивидуальных заданий (как правило, включающих в себя аналитическое решение и компьютерное моделирование) и подготовку отчетов. Выполнение заданий может сопровождаться разъяснениями по ходу работы, устранением трудностей при выполнении работы, текущим контролем и оценкой результатов отдельных студентов, ответами на вопросы студентов. Возможно пробное выполнение задания(ий) под руководством преподавателя. Заключительная часть содержит: подведение общих итогов занятия; оценку результатов работы отдельных студентов; ответы на вопросы студентов; выдачу рекомендаций по устранению пробелов в системе знаний и умений студентов, по улучшению результатов работы; изложение сведений о подготовке к выполнению следующей работы.

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, требования и варианты индивидуальных заданий для выполнения лабораторных работ размещены в Личном кабинете ГУАП в соответствующем разделе дисциплины.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе сдается в электронном виде (документ Word, документ PDF) через Личный кабинет ГУАП. Отчет к лабораторной работе содержит следующие элементы:

- титульный лист с названием дисциплины, номером и названием лабораторной работы;
- цели и задачи работы;
- задание;
- схемы (при необходимости);
- результаты экспериментальных исследований (при наличии);
- расчеты (при необходимости);
- результаты моделирования (при наличии);
- выводы.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе указаны по электронному адресу URL <https://guap.ru/standart/doc>

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

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 включает 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).

11.7. 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.

Используемые методы текущего контроля:

- устный опрос на занятиях;
- проверка выполнения практических заданий,
- проверка контрольных работ,
- защита отчетов по лабораторным работам.

По результатам выполнения контрольных, практических и лабораторных работ обучающиеся оформляют отчеты, выкладываемые для проверки в личном кабинете. Отчеты по результатам выполнения контрольных работ должны быть выложены для проверки до начала экзаменационной сессии.

Корректность решений, полнота и своевременность представления отчетов, качество защиты отчетов учитываются при проведении промежуточной аттестации.

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».

К промежуточной аттестации допускаются учащиеся, выполнившие и защитившие не менее 75% практических и лабораторных работ. Экзамен проводится в устной форме в виде ответов на вопросы экзаменационного билета.

Система оценок при проведении промежуточной аттестации находится в соответствии с требованиями Положения «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования».

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