

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

Кафедра № 22

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель образовательной программы

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

Ю.В. Бакшеева

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«20» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Методы оптимизации»
(Наименование дисциплины)

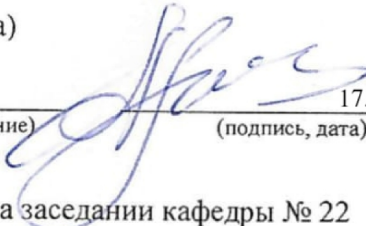
Код направления подготовки/ специальности	11.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Радиотехника
Наименование направленности/ специализации	Радиотехнические системы радиолокации и радионавигации
Форма обучения	очная
Год приема	2026

Санкт-Петербург– 2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

проф., д.т.н., проф.
(должность, уч. степень, звание)


(подпись, дата)

А.А. Монаков
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 22
«17 » февраля 2026 г, протокол № 2

Заведующий кафедрой № 22

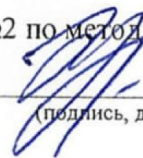
к.т.н.
(уч. степень, звание)


(подпись, дата)

Ю.В. Бакшеева
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

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


(подпись, дата)

Н.В. Марковская
(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Методы оптимизации» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/специальности 11.03.01 «Радиотехника» направленности/специализации «Радиотехнические системы радиолокации и радионавигации». Дисциплина реализуется кафедрой «№22».

Дисциплина не является обязательной при освоении обучающимся образовательной программы и направлена на углубленное формирование следующих компетенций:

ОПК-1 «Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности»

ПК-1 «Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ, а также с использованием методов искусственного интеллекта»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с методами оптимизации.

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

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета (4 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Методы оптимизации» является получение обучающимися необходимых знаний, умений и навыков в области постановки и решения задач оптимизации, составляющих математическую основу проектирования и моделирования радиотехнических систем радиолокации и радионавигации. Дисциплина формирует у обучающихся представление о фундаментальных математических принципах оптимизации, аналитических условиях экстремума и численных методах поиска оптимальных решений. Преподавание дисциплины направлено на создание образовательной среды, в которой обучающиеся осваивают методы безусловной и условной оптимизации, а также современные программные средства их реализации, и получают возможность развить и продемонстрировать навыки применения аппарата оптимизации к инженерным задачам моделирования и проектирования радиотехнических систем.

1.1. Дисциплина является факультативной дисциплиной по направлению образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.2. 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 использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ОПК-1.3.1 знать фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ, а также с использованием методов искусственного интеллекта	ПК-1.3.1 знать методы и программные средства моделирования аппаратной части

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- « Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра »,
- « Математика Математический анализ »,
- « Математика. Теория вероятностей и математическая статистика »,

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
		№4
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	2/ 72	2/ 72
Из них часов практической подготовки		
Аудиторные занятия, всего час.	34	34
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
Самостоятельная работа, всего (час)	38	38
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Дифф. зач.,	Дифф. зач.,

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/КР (час)	СР (час)
Семестр 4					
Раздел 1. Введение в методы оптимизации Тема 1.1. Задачи оптимизации: целевая функция, допустимое множество, локальный и глобальный экстремум. Тема 1.2 Классификация задач оптимизации. Примеры задач оптимизации в радиотехнике	2				2

Раздел 2. Минимизация функций одной переменной Тема 2.1. Условия экстремума функции одной переменной. Унимодальные функции Тема 2.2. Методы прямого поиска: перебор, дихотомия, золотое сечение Тема 2.3. Методы с использованием производных: метод Ньютона, метод секущих	6				8
Раздел 3. Безусловная минимизация функций многих переменных Тема 3.1. Необходимые и достаточные условия безусловного экстремума. Градиент и матрица Гессе Тема 3.2. Методы нулевого порядка: покоординатный спуск, метод Нелдера–Мида Тема 3.3. Градиентные методы: градиентный спуск, метод наискорейшего спуска Тема 3.4. Метод сопряжённых градиентов. Метод Ньютона и квазиньютоновские методы	10				12
Раздел 4. Условная оптимизация Тема 4.1. Задачи на условный экстремум. Метод множителей Лагранжа Тема 4.2. Условия Каруша–Куна–Таккера Тема 4.3. Линейное программирование. Симплекс-метод Тема 4.4. Методы штрафных и барьерных функций	8				8
Раздел 5. Выпуклая оптимизация и вычислительная реализация Тема 5.1. Выпуклые множества и функции. Свойства выпуклых задач оптимизации Тема 5.2. Численная реализация методов оптимизации. Программные средства (MATLAB, Python/SciPy) Тема 5.3. Применение методов оптимизации к моделированию радиотехнических систем	8				8
Итого в семестре:	34				38
Итого	34	0	0	0	38

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	Задачи оптимизации: целевая функция и допустимое множество, локальный и глобальный экстремум. Классификация задач оптимизации. Примеры оптимизационных задач в радиотехнике.
2	Минимизация функций одной переменной: необходимые и достаточные условия экстремума, унимодальность. Методы

	прямого поиска (перебор, дихотомия, золотое сечение). Методы с использованием производных (Ньютона, секущих).
3	Безусловная минимизация функций многих переменных: необходимые и достаточные условия экстремума, градиент и матрица Гессе. Методы нулевого порядка (покоординатный спуск, Нелдера–Мида). Градиентные методы (градиентный и наискорейший спуск). Метод сопряжённых градиентов, метод Ньютона и квазиньютоновские методы.
4	Условная оптимизация: метод множителей Лагранжа, условия Каруша–Куна–Таккера. Линейное программирование и симплекс-метод. Методы штрафных и барьерных функций.
5	Выпуклая оптимизация: выпуклые множества и функции, свойства выпуклых задач. Численная реализация методов и программные средства (MATLAB, Python/SciPy). Применение методов оптимизации к моделированию радиотехнических систем.

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
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
Учебным планом не предусмотрено				
Всего				

4.5. Выполнение курсового проекта/ 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 4, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	19	19
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)		
Домашнее задание (ДЗ)	19	19
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)		
Всего:	38	38

5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. разделов 6-11.

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)
https://urait.ru/bcode/536292	Методы оптимизации : учебник и практикум для вузов / Ф. П. Васильев, М. М. Потапов, Б. А. Будаков, Л. А. Артемьева ; под ред. Ф. П. Васильева. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 375 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-6157-7. — Текст : электронный.	
https://urait.ru/bcode/406386	Сухарев, А. Г. Численные методы оптимизации : учебник и практикум для академического бакалавриата / А. Г. Сухарев, А. В. Тимохов, В. В. Федоров. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2017. — 367 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-04449-2. — Текст : электронный.	
https://znanium.com/catalog/product/1002733	Аттетков, А. В. Методы оптимизации : учебное пособие / А. В. Аттетков, В. С. Зарубин, А. Н. Канатников. — Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2019. — 270 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — ISBN 978-5-369-01037-2. — Текст : электронный.	
https://urait.ru/bcode/442329	Кудрявцев, К. Я. Методы оптимизации : учебное пособие для вузов / К. Я. Кудрявцев, А. М. Прудников. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. —	

	140 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-08523-5. — Текст : электронный.	
https://e.lanbook.com/book/69887	Пантелеев, А. В. Методы оптимизации в примерах и задачах : учебное пособие / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. — 4-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 512 с. — ISBN 978-5-8114-1887-9. — Текст : электронный.	
https://urait.ru/bcode/448940	Палий, И. А. Линейное программирование : учебное пособие для вузов / И. А. Палий. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 175 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04716-5. — Текст : электронный.	
https://urait.ru/bcode/468650	Численные методы : учебник и практикум для вузов / под редакцией У. Г. Пирумова. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 421 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03141-6. — Текст : электронный.	

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://web.stanford.edu/class/ee364a/	Stanford EE364a «Convex Optimization»
https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/optimize.html	Документация SciPy (scipy.optimize)
https://www.mathworks.com/help/optim/	MATLAB Optimization Toolbox
http://www.machinelearning.ru	MachineLearning.ru

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 таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

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

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
Дифференцированный зачёт	Список вопросов; Тесты; Задачи.

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»	Обучающийся: – глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно связывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 90% до 100% тестовых заданий ^{**} .
«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. – правильно выполнил от 70% до 89% тестовых заданий ^{**} .
«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;

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	– слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий^{**}.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– 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. – правильно выполнил менее 51% тестовых заданий^{**}.

Примечание: ^{**} по решению кафедры процент правильно выполненных тестовых заданий может быть изменен.

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
	Учебным планом не предусмотрено	

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
1	Постановка задачи оптимизации: целевая функция, допустимое множество, локальный и глобальный минимум. Классификация задач оптимизации.	ОПК-1.3.1
2	Необходимые и достаточные условия экстремума функции одной переменной. Понятие унимодальной функции.	ОПК-1.3.1
3	Методы прямого поиска минимума функции одной переменной: дихотомия, золотое сечение. Сравнение скорости сходимости.	ПК-1.3.1
4	Метод Ньютона и метод секущих для минимизации функции одной переменной. Условия применимости.	ПК-1.3.1
5	Градиент и матрица Гессе. Необходимые и достаточные условия безусловного экстремума функции многих переменных.	ОПК-1.3.1
6	Методы нулевого порядка безусловной минимизации: покоординатный спуск, метод Нелдера–Мида.	ПК-1.3.1
7	Метод градиентного спуска. Выбор величины шага. Условия сходимости.	ПК-1.3.1
8	Метод наискорейшего спуска. Отличие от градиентного спуска с постоянным шагом.	ПК-1.3.1
9	Метод сопряжённых градиентов. Эффективность для квадратичных функций.	ПК-1.3.1
10	Метод Ньютона и квазиньютоновские методы (BFGS) безусловной минимизации.	ПК-1.3.1
11	Выпуклые множества и выпуклые функции. Свойство совпадения локального и глобального минимума в выпуклых задачах.	ОПК-1.3.1
12	Дифференцируемые выпуклые функции: критерии выпуклости через градиент и матрицу Гессе.	ОПК-1.3.1

13	Задача на условный экстремум при ограничениях-равенствах. Метод множителей Лагранжа.	ОПК-1.3.1
14	Условия Каруша–Куна–Таккера для задач оптимизации с ограничениями-неравенствами.	ОПК-1.3.1
15	Задача линейного программирования: постановка, каноническая форма, геометрическая интерпретация.	ОПК-1.3.1
16	Симплекс-метод решения задачи линейного программирования.	ПК-1.3.1
17	Методы штрафных и барьерных функций для задач условной оптимизации.	ПК-1.3.1
18	Численная реализация методов оптимизации. Критерии остановки итерационных методов.	ПК-1.3.1
19	Программные средства решения задач оптимизации (MATLAB Optimization Toolbox, Python/SciPy).	ПК-1.3.1
20	Применение методов оптимизации к задачам моделирования и проектирования радиотехнических систем.	ПК-1.3.1

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

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

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсового проекта/ 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	Что называется целевой функцией в задаче оптимизации? а) Функция, экстремум которой требуется найти б) Множество допустимых решений в) Ограничение задачи г) Начальное приближение д) Матрица вторых производных	ОПК-1.3.1
2	Как называется функция, имеющая на заданном отрезке единственный локальный минимум, совпадающий с глобальным? Запишите кратко.	ОПК-1.3.1
3	Какой метод одномерной минимизации основан на делении отрезка в специальных отношениях? а) Метод золотого сечения б) Метод Ньютона в) Симплекс-метод г) Метод множителей Лагранжа д) Метод штрафных функций	ПК-1.3.1
4	Какие два условия являются достаточными для строгого локального минимума дважды дифференцируемой функции многих переменных? а) Градиент функции равен нулю б) Матрица Гессе положительно определена в) Матрица Гессе отрицательно определена г) Целевая функция линейна д) Градиент направлен вдоль оси координат е) Функция унимодальна	ОПК-1.3.1
5	В каком направлении выполняется шаг в методе градиентного спуска при минимизации функции? а) В направлении антиградиента	ПК-1.3.1

	б) В направлении градиента в) В случайном направлении г) Вдоль оси координат д) Вдоль собственного вектора матрицы Гессе	
6	Как называется матрица вторых частных производных целевой функции? Запишите кратко.	ПК-1.3.1
7	Расставьте шаги одной итерации метода градиентного спуска в правильном порядке: А) Вычисление градиента в текущей точке Б) Выбор величины шага В) Смещение в направлении антиградиента Г) Проверка критерия остановки	ПК-1.3.1
8	Каким свойством обладает задача выпуклой оптимизации? а) Любой локальный минимум является глобальным б) Всегда существует несколько глобальных минимумов в) Целевая функция обязательно вогнута г) Задача не имеет решения д) Градиент не определён	ОПК-1.3.1
9	Какие два метода относятся к методам безусловной минимизации функций многих переменных? а) Метод наискорейшего спуска б) Метод сопряжённых градиентов в) Симплекс-метод г) Метод множителей Лагранжа д) Метод барьерных функций	ПК-1.3.1
10	Как называется метод поиска условного экстремума при ограничениях-равенствах, основанный на введении дополнительных множителей? Запишите кратко.	ОПК-1.3.1
11	Для решения какого класса задач предназначен симплекс-метод? а) Линейного программирования б) Нелинейной безусловной минимизации в) Одномерного поиска экстремума г) Негладкой выпуклой оптимизации д) Стохастической оптимизации	ОПК-1.3.1
12	Какой критерий обычно используется для остановки итерационного метода оптимизации? а) Малость нормы градиента или приращения аргумента б) Достижение заданного числа переменных в) Равенство целевой функции нулю г) Выпуклость допустимого множества д) Линейность целевой функции	ПК-1.3.1
13	Какие два условия входят в условия Каруша–Куна–Таккера? а) Стационарность функции Лагранжа б) Условие дополняющей нежёсткости в) Положительная определённость целевой функции г) Унимодальность целевой функции д) Линейность всех ограничений е) Равенство числа переменных числу ограничений	ОПК-1.3.1
14	Как называется приём сведения задачи условной оптимизации к безусловной путём добавления к целевой функции слагаемого, растущего при нарушении ограничений? Запишите кратко.	ПК-1.3.1
15	Расставьте этапы решения прикладной задачи оптимизации в правильном порядке: А) Построение математической модели и постановка задачи оптимизации Б) Выбор метода оптимизации В) Численное решение средствами программного обеспечения Г) Анализ и интерпретация полученного решения	ПК-1.3.1

16	Какой программный инструмент содержит функции решения задач оптимизации в среде Python? а) SciP б) NumPy в) Matplotlib г) Pandas д) Requests	ПК-1.3.1
----	---	----------

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

10.4. 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:

- лекция состоит из введения, теоретического материала, примеров;
- конспект лекций представлен в личном кабинете обучающегося (<https://pro.guap.ru>) в текстовом виде по всем темам дисциплины;

11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

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

– дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

К экзамену допускаются студенты, сдавшие все лабораторные работы и получившие итоговую положительную оценку.

Оценка за экзамен выставляется по пятибалльной системе в соответствии с таблицей 14.

Аттестационная оценка определяется, как средняя между оценкой за практические работы и оценкой за дифференцированный зачет.

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