

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

Кафедра № 3

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)

А. В. Копыльцов

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«10» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Терагерцевая визуализация»

(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	03.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Прикладные математика и физика
Наименование направленности/ специализации	Прикладная физика и информационные технологии в наноиндустрии
Форма обучения	очная
Год приема	2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.ф.-м.н., доц.  06.02.2026
(должность, уч. степень, звание) (подпись, дата)

Ю. А. Новикова
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 3
«10» февраля 2026 г, протокол № 12

Заведующий кафедрой № 3

д.т.н., проф.  10.02.2026
(уч. степень, звание) (подпись, дата)

А. В. Копыльцов
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института ФПТИ по методической работе

доц., к.т.н., доц.  20.02.2026
(должность, уч. степень, звание) (подпись, дата)

Н. Ю. Ефремов
(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Терагерцевая визуализация» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/специальности 03.03.01 «Прикладная математика и физика» направленности/специализации «Прикладная физика и информационные технологии в наноиндустрии». Дисциплина реализуется кафедрой «№3».

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

ПК-8 «Способен осуществлять поиск новых научно-технических решений для модернизации существующих и внедрения новых процессов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с физическими основами терагерцового диапазона электромагнитного спектра, механизмами генерации и детектирования ТГц излучения, принципами построения оптических трактов, методами и алгоритмами импульсной и непрерывной ТГц визуализации, а также их практическим применением для неразрушающего контроля, исследования структуры и измерения параметров наноматериалов и наноструктур.

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

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета (5 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 «Терагерцевая визуализация» является получение обучающимися теоретических знаний и практических навыков в области генерации, детектирования и применения терагерцового излучения для бесконтактной визуализации структуры, дефектоскопии и измерения физико-химических параметров наноматериалов и наноструктур.

1.2. Дисциплина является факультативной дисциплиной по направлению 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-8 Способен осуществлять поиск новых научно-технических решений для модернизации существующих и внедрения новых процессов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур	ПК-8.3.1 знать структуры, физико-химические свойства, конструкции и назначения наноматериалов и наноструктур ПК-8.3.2 знать основные методы измерений параметров наноматериалов и наноструктур ПК-8.У.1 уметь работать на измерительном оборудовании в соответствии с инструкциями по эксплуатации и технической документацией ПК-8.В.1 владеть навыками анализа современного состояния методов и оборудования измерений параметров наноматериалов и наноструктур

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Физика»,
- «Физические основы нанотехнологий»,
- «Информатика»

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

- «Исследование перспективных технологии и приложений для терагерцовой фотоники»,
- «Компьютерное моделирование физики тонких пленок и нанопроцессов»

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
		№5
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	2/ 72	2/ 72
Из них часов практической подготовки	17	17
Аудиторные занятия, всего час.	34	34
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
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 5					
Раздел 1. Физические основы терагерцового диапазона и взаимодействие ТГц-излучения с наноматериалами Тема 1.1. Введение в терагерцовую физику. Границы ТГц диапазона. Тема 1.2. Механизмы взаимодействия ТГц волн с веществом (наноматериалы, полупроводники, полимеры). Тема 1.3. Спектроскопический отклик и оптические свойства наноструктур в ТГц диапазоне.	5	5			12
Раздел 2. Элементная база терагерцовых систем визуализации Тема 2.1. Источники ТГц излучения (фотопроводящие антенны, квантово-каскадные лазеры, генерация в нелинейных кристаллах). Тема 2.2. Приемники ТГц излучения (тепловые и фотонные детекторы, микроболометрические матрицы). Тема 2.3. Квазиоптические элементы формирующих трактов (линзы, фильтры, волноводы, метаматериалы).	6	6			13

Раздел 3. Методы, системы и алгоритмы терагерцовой визуализации наноструктур Тема 3.1. Импульсная терагерцовая спектроскопия и интроскопия (THz-TDS). Визуализация во временной области. Тема 3.2. Системы непрерывной ТГц визуализации. Отражательная и пропускная схемы сканирования. Тема 3.3. Применение ТГц визуализации для контроля параметров и дефектоскопии наноматериалов. Обработка ТГц-изображений.	6	6			13
Итого в семестре:	17	17			38
Итого	17	17	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	<p>Физические основы терагерцового диапазона и взаимодействие ТГц-излучения с наноматериалами</p> <p><i>Тема 1.1.</i> Терагерцовый диапазон электромагнитного спектра: определение, шкала частот, длин волн и энергий. Исторический обзор и понятие «терагерцового провала». Основные особенности ТГц излучения (проникающая способность, безопасность, спектроскопические признаки).</p> <p><i>Тема 1.2.</i> Физика взаимодействия ТГц излучения со средой. Коллективные возбуждения: фононы, плазмоны, межзонные переходы в наноматериалах. Поглощение и дисперсия в полярных средах, полимерах, полупроводниках и диэлектриках.</p> <p><i>Тема 1.3.</i> Спектроскопический отклик наноструктур. Применение ТГц излучения для характеристики наноматериалов. Определение диэлектрической проницаемости, проводимости и концентрации свободных носителей в тонких нанопленках, углеродных нанотрубках и графене.</p>
2	<p>Элементная база терагерцовых систем визуализации</p> <p><i>Тема 2.1.</i> Методы генерации терагерцового излучения. Оптическое выпрямление в нелинейных кристаллах (ZnTe, DSTMS). Фотопроводящие антенны на основе низкотемпературного GaAs. Полупроводниковые источники: квантово-каскадные лазеры (ККЛ) и генераторы на диодах Ганна.</p> <p><i>Тема 2.2.</i> Физические принципы детектирования ТГц излучения. Когерентное детектирование: электрооптическое сэмплирование, фотопроводящий прием. Некогерентное детектирование: неохлаждаемые микроболометрические матрицы, пироэлектрические детекторы, ячейки Голяя.</p> <p><i>Тема 2.3.</i> Направляющие и формирующие квазиоптические системы ТГц диапазона. Квазиоптика: линзы из высокоомного кремния (HR-Si) и тефлона, зеркала внеосевые параболические. Поляризаторы, ТГц метаматериалы и фильтры на их основе.</p>

3	Методы, системы и алгоритмы терагерцовой визуализации наноструктур
	<i>Тема 3.1.</i> Импульсная терагерцовая визуализация (THz time-domain imaging). Принцип построения систем THz-TDS. Получение двухмерных и трехмерных (ТГц томография) изображений. Анализ временных профилей импульсов, фазовая и амплитудная визуализация.
	<i>Тема 3.2.</i> Системы визуализации на непрерывной волне (CW THz imaging). Схемы «на прохождение» (transmission) и «на отражение» (reflection). Одноточечное сканирование с помощью подвижных предметных столиков и скоростная визуализация с использованием матричных детекторов (камер).
	<i>Тема 3.3.</i> Практические применения терагерцовой визуализации в наноиндустрии. Неразрушающий контроль (NDT) композиционных материалов, полимерных покрытий, обнаружение скрытых микродефектов и расслоений. Алгоритмы фильтрации шумов, деконволюции и улучшения контраста терагерцовых изображений.

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 5					
1	Расчет характеристик терагерцового диапазона (частота, длина волны, энергия фотона, волновое число).	Разбор типовых задач под руководством преподавателя.	2		1
2	Моделирование диэлектрической проницаемости полупроводниковых наноматериалов с использованием модели Друде.	Решение расчетных задач с использованием профильного ПО.	2		1
3	Расчет коэффициента пропускания и отражения терагерцовых волн на границе раздела сред (формулы Френеля).	Самостоятельное решение задач, устный опрос.	2		1
4	Анализ параметров фотопроводящих антенн и расчет эффективности генерации ТГц излучения.	Решение расчетных задач, групповая дискуссия.	2		2

5	Оценка чувствительности ТГц детекторов (ячейки Голяя, пироэлектрические приемники, микроболометры).	Решение расчетных задач.	2		2
6	Расчет параметров квазиоптических систем (фокусное расстояние кремниевых линз, диаметр пучка в перетяжке).	Практический расчет оптической схемы, кейс-метод.	3		2
7	Обработка сигналов импульсной ТГц спектроскопии (THz-TDS): быстрое преобразование Фурье (БПФ) временного трека.	Компьютерное моделирование и численный анализ данных.	2		3
8	Анализ ТГц изображений наноструктур, фильтрация шума и восстановление пространственного разрешения.	Компьютерное моделирование и анализ изображений.	2		3
Всего			17		

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

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

4.5. 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 5, час
1	2	3

Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	18	18
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	10	10
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	10	10
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)
53 С12	Курс общей физики: в 3 т.: учебное пособие / И. В. Савельев. - М.: Наука: Физматлит, 1977 - Т. 1: Механика. Молекулярная физика. - 1977. - 432 с.	84
53 Т76	Курс физики: учебное пособие / Т. И. Трофимова. - 13-е изд., стер. - М.: Academia, 2007. - 558 с	94
https://e.lanbook.com/book/507521 <i>Режим доступа: для авторизованных пользователей.</i>	Савельев, И. В. Курс физики. В 3 томах. Том 2. Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика: учебное пособие для вузов / И. В. Савельев. - 9-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2026. - 464 с. - ISBN 978-5-507-54344-1.	
https://e.lanbook.com/book/440198 <i>Режим доступа: для авторизованных пользователей.</i>	Савельев, И. В. Курс общей физики. В 3 томах. Том 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц: учебник для вузов / И. В. Савельев. - 16-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2025. - 320 с. - ISBN 978-5-507-50503-6.	
https://znanium.com/catalog/document?id=470867 <i>Режим доступа: для авторизованных пользователей.</i>	Иродов, И. Е. Механика. Основные законы: учебное пособие / И. Е. Иродов. - 17-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2025. - 312 с. - ISBN 978-5-93208-519-6.	
https://znanium.com/catalog/product/549781 <i>Режим доступа: для авторизованных пользователей.</i>	Сивухин, Д. В. Общий курс физики: Учебное пособие для вузов: В 5 томах Том 3: Электричество / Сивухин Д.В., - 6-е изд., стер. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2015. - 656 с. ISBN 978-5-9221-1643-5.	

https://znanium.com/catalog/product/944794 <i>Режим доступа: для авторизованных пользователей.</i>	Сивухин, Д. В. Общий курс физики: Учебное пособие / Сивухин Д.В., - 3-е изд. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2002. - 792 с.: ISBN 5-9221-0228-1.	
https://znanium.com/catalog/document?id=470883 <i>Режим доступа: для авторизованных пользователей.</i>	Иродов, И. Е. Электромагнетизм. Основные законы: учебное пособие / И. Е. Иродов. - 14-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2025. - 322 с. - ISBN 978-5-93208-520-2.	
https://znanium.com/catalog/document?id=470861 <i>Режим доступа: для авторизованных пользователей.</i>	Иродов, И. Е. Квантовая физика. Основные законы: учебное пособие / И. Е. Иродов. - 9-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2025. - 261 с. - ISBN 978-5-93208-517-2.	
https://znanium.com/catalog/document?id=476087 <i>Режим доступа: для авторизованных пользователей.</i>	Иродов, И. Е. Задачи по общей физике: учебное пособие для вузов / И. Е. Иродов. - 17-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2026. - 434 с. - ISBN 978-5-93208-513-4.	
https://urait.ru/bcode/563653 <i>Режим доступа: для авторизованных пользователей.</i>	Сазонов, А. Б. Ядерная физика: учебник для вузов / А. Б. Сазонов. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2025. - 320 с. - ISBN 978-5-534-11829-2.	

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://new-science.ru/category/fizika/	Интернет-журнал «Новая Наука». Раздел физика
https://openedu.ru/	Образовательная платформа «Открытое образование»
https://fizikaguap.ru/	Образовательный ресурс кафедры физики ГУАП
https://lms.guap.ru	Система дистанционного обучения 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 таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории
1	Учебная аудитория для занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; набор демонстрационного оборудования.	196135, г. Санкт-Петербург, ул. Гастелло, д. 15, аудитория №32-01
2	Учебная аудитория для практических занятий, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: специализированная мебель; лабораторное оборудование: ПЭВМ-19шт., объединённых в локальную вычислительную сеть с выходом в вычислительную сеть ГУАП и Интернет.	196135, г. Санкт-Петербург, ул. Гастелло, д. 15, аудитория №33-08
3	Учебная аудитория для лабораторных занятий. Оснащение: специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; вакуумная установка УВРИ-2 для напыления различных материалов	196135, г. Санкт-Петербург, ул. Гастелло, д. 15, аудитория №32-07

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 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«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; – 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**.

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	Какая область спектра электромагнитного излучения соответствует терагерцовому диапазону?	ПК-8.3.1
2	Какой углеродный наноматериал обладает уникально высокой подвижностью носителей заряда, что позволяет эффективно использовать его для создания быстродействующих терагерцовых модуляторов?	ПК-8.3.1
3	Как изменяется коэффициент поглощения терагерцового излучения в полупроводниковых наноструктурированных материалах при увеличении концентрации свободных носителей заряда?	ПК-8.3.1
4	Какое физическое явление в полупроводниковых сверхрешетках используется для генерации когерентного терагерцового излучения в квантово-каскадных лазерах?	ПК-8.3.1
5	Какой материал из перечисленных обладает высокой прозрачностью и малым коэффициентом преломления в терагерцовом диапазоне, из-за чего часто применяется для изготовления плоскопараллельных окон измерительных кювет?	ПК-8.3.1
6	Какое физико-химическое свойство полимерных нанокомпозитов с углеродными нанотрубками определяет возможность их использования в качестве эффективных защитных экранов терагерцового излучения?	ПК-8.3.1
7	Какова типичная толщина тонких наноразмерных полупроводниковых пленок, диэлектрические параметры которых могут быть определены методами терагерцовой эллипсометрии?	ПК-8.3.1
8	Какое физическое преимущество терагерцового излучения делает его безопасным при неразрушающем контроле и инспекции хрупких органических и биологических наноструктур?	ПК-8.3.1
9	Какой метод терагерцовых измерений параметров наноматериалов основан на непосредственной регистрации временного профиля напряженности электрического поля терагерцового импульса?	ПК-8.3.2
10	Какую важную оптическую характеристику нанокомпозита можно напрямую рассчитать по фазовому сдвигу терагерцового импульса при его прохождении через исследуемый образец?	ПК-8.3.2
11	С помощью какого математического преобразования зарегистрированный временной трек терагерцового импульса переводится в комплексный частотный спектр для последующего анализа свойств наноматериала?	ПК-8.3.2
12	Что физически характеризует мнимая часть комплексной диэлектрической проницаемости наноструктурированного полупроводника на частотах терагерцового диапазона?	ПК-8.3.2
13	Какая классическая модель чаще всего используется для аппроксимации и анализа экспериментальной частотной зависимости проводимости свободных носителей заряда в наноструктурированных полупроводниках?	ПК-8.3.2
14	Каким современным методом измеряются локальные пространственные профили терагерцового поля на поверхности наноструктур с разрешением значительно лучше длины волны?	ПК-8.3.2

15	Какую важную структурную особенность тонких пленок наноматериалов позволяет бесконтактно определять метод терагерцовой эллипсометрии?	ПК-8.3.2
16	Какой параметр терагерцового импульса сильнее всего уменьшается при его прохождении через образец с высокой шероховатостью поверхности или сильной внутренней неоднородностью?	ПК-8.3.2
17	Какое обязательное действие по технике безопасности должен выполнить оператор терагерцовой установки перед включением фемтосекундного лазера оптической накачки?	ПК-8.У.1
18	Каким образом на практике осуществляется точная юстировка квазиоптического тракта импульсного терагерцового спектрометра?	ПК-8.У.1
19	С какой целью защитный кожух оптического тракта терагерцовой измерительной установки в процессе проведения измерений непрерывно продувают азотом или сухим воздухом?	ПК-8.У.1
20	Какое обязательное процедурное действие необходимо выполнить при калибровке терагерцового спектрометра перед началом серии измерений параметров наноматериалов?	ПК-8.У.1
21	Какое негативное влияние на форму измерительного терагерцового сигнала во временной области оказывает неправильный выбор слишком большого шага линии оптической задержки?	ПК-8.У.1
22	Какие параметры генераторной фотопроводящей антенны оператор должен строго контролировать во избежание её теплового или электрического пробоя во время измерений?	ПК-8.У.1
23	Каким инструментальным образом минимизируют влияние дрейфа средней мощности оптического лазера накачки на точность терагерцовых измерений во временной области?	ПК-8.У.1
24	Какое действие оператора при работе с криогенным терагерцовым детектором на жидком гелии строго предписано должностной инструкцией по технике безопасности?	ПК-8.У.1
25	Какие современные тенденции определяют развитие источников терагерцового излучения для высокоточного анализа наноматериалов и наноструктур?	ПК-8.В.1
26	Какое принципиальное физическое ограничение классических оптических систем визуализации преодолевают терагерцовые микроскопы ближнего поля при исследовании наноструктур?	ПК-8.В.1
27	Какое научно-техническое решение в области терагерцовой визуализации позволяет исследовать сверхбыстрые неравновесные процессы в полупроводниковых наноструктурированных материалах?	ПК-8.В.1
28	Какое перспективное направление в области квазиоптики активно развивается для динамического пространственного управления пучками в современных системах ТГц интроскопии?	ПК-8.В.1
29	Какая современная технология лежит в основе создания терагерцовых матричных систем визуализации реального времени (терагерцовых видеокамер)?	ПК-8.В.1
30	Какое научно-техническое решение в области обработки ТГц сигналов наиболее эффективно применяется для автоматического распознавания скрытых дефектов в нанокompозитах?	ПК-8.В.1
31	Характеризация и контроль состояния какого класса современных наноматериалов являются наиболее востребованной промышленной областью применения терагерцовой визуализации?	ПК-8.В.1

32	Какое научно-техническое решение позволило значительно повысить отношение сигнал/шум в терагерцовых измерительных системах во временной области за последнее десятилетие?	ПК-8.В.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	Какой характерный диапазон длин волн соответствует терагерцовому излучению при его распространении в вакууме? 1) От 10 до 100 нанометров 2) От 30 микрометров до 3 миллиметров 3) От 10 до 100 сантиметров 4) От 1 до 10 метров Ключ: 2	ПК-8.3.1
2	Как изменяется оптическая проводимость графена на частотах терагерцового диапазона при увеличении уровня его электрохимического легирования? 1) Экспоненциально падает до полного нуля 2) Остается строго неизменной при любых воздействиях 3) Монотонно возрастает 4) Испытывает резкие хаотические скачки Ключ: 3	ПК-8.3.1
3	Какова основная физическая роль диэлектрических наночастиц при их введении в полимерные матрицы, предназначенные для создания терагерцовой квазиоптики? 1) Модификация эффективного показателя преломления и снижение диэлектрических потерь 2) Полное блокирование прохождения терагерцовых волн через полимер 3) Генерация вторичного жесткого рентгеновского излучения 4) Существенное повышение магнитной восприимчивости полимера Ключ: 1	ПК-8.3.1
4	Какое квантовомеханическое явление в полупроводниковых наноструктурах (квантовых точках) существенно перестраивает их терагерцовый дипольный отклик? 1) Возникновение высокотемпературной сверхпроводимости при комнатной температуре 2) Эффект гигантского магнетосопротивления при малых полях 3) Возникновение термоэлектрического эффекта Зеебека 4) Дискретизация энергетического спектра свободных носителей заряда Ключ: 4	ПК-8.3.1

5	<p>Какой из перечисленных материалов обладает наименьшим коэффициентом поглощения в терагерцовом диапазоне и наиболее часто используется для изготовления подложек планарных терагерцовых излучателей?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Влажная органическая биологическая ткань 2) Полуизолирующий высокоомный арсенид галлия 3) Обычное силикатное натриевое стекло 4) Тонкие металлические напыления хрома <p>Ключ: 2</p>	ПК-8.3.1
6	<p>Что происходит со свободными носителями заряда в полупроводниковых наноструктурах под действием переменного электрического поля проходящей терагерцовой волны?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Высокочастотные внутризонные колебания (дрейф) без изменения полной концентрации носителей 2) Лавинная ударная ионизация и последующее тепловое разрушение кристаллической решетки 3) Межзонная рекомбинация свободных экситонных пар 4) Переход атомных ядер в состояние ядерного магнитного резонанса <p>Ключ: 1</p>	ПК-8.3.1
7	<p>Какое геометрическое свойство углеродных нанотрубок определяет сильную поляризационную анизотропию их терагерцового поглощения?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Сверхвысокая радиальная твердость нанотрубок 2) Аномально высокая удельная теплоемкость углерода 3) Анизотропия их формы (высокое отношение длины к внешнему диаметру) 4) Наличие большого числа дефектов упаковки в гексагональной решетке <p>Ключ: 3</p>	ПК-8.3.1
8	<p>С какой целью в формирующих оптических трактах терагерцовых приборов используются тонкие золотые пленки наноразмерной толщины, напыленные на диэлектрические подложки?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) В качестве прозрачных терагерцовых фильтров высоких частот 2) Для полного селективного поглощения лазерного излучения накачки 3) Для преобразования частоты терагерцовых волн в ультрафиолетовый диапазон 4) В качестве плоских или параболических зеркал с высоким коэффициентом отражения терагерцовых волн <p>Ключ: 4</p>	ПК-8.3.1
9	<p>Какие фундаментальные физические параметры наноструктурированных полупроводников определяют величину терагерцового поглощения в рамках классической модели проводимости Друде?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Концентрация и эффективная подвижность свободных носителей заряда 2) Температура плавления и удельная теплота парообразования материала 3) Модуль сдвига и коэффициент Пуассона кристаллической решетки 4) Коэффициент линейного теплового расширения полупроводниковой матрицы <p>Ключ: 1</p>	ПК-8.3.2

10	<p>При каком режиме работы измерительной терагерцовой системы спектральные измерения выполняются на фиксированных дискретных частотах без использования импульсов фемтосекундного лазера?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Режим импульсной спектроскопии во временной области 2) Метод терагерцового возбуждения-зондирования 3) Спектроскопия на непрерывных гармонических волнах 4) Рамановская спектроскопия высокого разрешения <p>Ключ: 3</p>	ПК-8.3.2
11	<p>Какое преимущество когерентного детектирования терагерцовых сигналов перед некогерентным является ключевым при бесконтактном определении параметров диэлектрических нанопленок?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Полное отсутствие тепловых шумов в полупроводниковом приемнике 2) Возможность одновременной регистрации амплитудного и фазового профилей терагерцовой волны 3) Отсутствие необходимости юстировки оптического тракта и фокусировки пучка 4) Возможность работы без использования лазера оптической накачки <p>Ключ: 2</p>	ПК-8.3.2
12	<p>Какое физическое явление используется для бесконтактного картирования проводимости наноматериалов с пространственным разрешением субмикронного уровня в терагерцовой микроскопии ближнего поля?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Дифракция жестких рентгеновских лучей на кристаллической решетке образца 2) Эффект туннелирования свободных электронов через вакуумный барьер 3) Эффект Рамановского рассеяния света на фононах решетки 4) Рассеяние терагерцовых волн на колеблющемся металлическом микрозонде в ближней зоне образца <p>Ключ: 4</p>	ПК-8.3.2
13	<p>Какой спектральный параметр характеризует сложный химический состав органических нанокомпозитов при их исследовании методами терагерцовой спектроскопии?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Длина волны лазера оптической накачки фемтосекундной системы 2) Полное время задержки терагерцового импульса в свободном пространстве 3) Наличие полос поглощения, соответствующих низкочастотным колебаниям межмолекулярных связей 4) Фазовый угол отражения падающего света в видимом диапазоне частот <p>Ключ: 3</p>	ПК-8.3.2

14	<p>Какая физическая величина измеряется при координатном сканировании образца наноматериала в плоскости, перпендикулярной терагерцовому пучку, в режиме пропускания?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Двухмерное координатное распределение локального коэффициента пропускания и фазового сдвига волны 2) Термогравиметрическое изменение массы образца под воздействием облучения 3) Спектр наведенного рентгеновского излучения образца наноматериала 4) Распределение механических деформаций сдвига в объеме полупроводниковой подложки <p>Ключ: 1</p>	ПК-8.3.2
15	<p>Каким образом импульсная терагерцовая визуализация позволяет выявлять скрытые дефекты и внутренние границы раздела в многослойных наноструктурированных композитных материалах?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) За счет дифракции терагерцовых волн на кристаллической решетке полимера 2) По регистрации разделенных во времени отраженных импульсов от границ раздела сред с разными показателями преломления 3) Путем контролируемого разрушения верхнего защитного слоя под действием волн 4) По контрастному изменению цвета поверхности образца при его облучении ТГц волнами <p>Ключ: 2</p>	ПК-8.3.2
16	<p>Какую важную информацию о свойствах кристаллической наноструктуры дает детальный анализ высокочастотной области терагерцового спектра пропускания (выше 3 терагерц)?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Концентрацию радиоактивных изотопов тяжелых металлов в образце 2) Наличие механических остаточных напряжений в макроструктуре полимера 3) Период полураспада активных ядер легирующей примеси 4) Сведения об оптических фононах (колебаниях) кристаллической решетки <p>Ключ: 4</p>	ПК-8.3.2
17	<p>Какое критическое внешнее условие эксплуатации фемтосекундного лазера накачки должно строго соблюдаться в лаборатории для обеспечения стабильной работы терагерцовой установки?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Постоянное циклическое изменение температуры воздуха в пределах 10 градусов Цельсия 2) Высокая температурная стабильность и низкий уровень механических вибраций пола и стола 3) Чрезвычайно высокая относительная влажность воздуха в помещении (более 90 процентов) 4) Наличие сильных постоянных внешних магнитных полей вокруг корпуса лазера <p>Ключ: 2</p>	ПК-8.У.1

18	<p>Как следует поступить оператору установки при обнаружении внезапного сильного падения отношения сигнал/шум в регистрируемом терагерцовом спектре наноструктурированного образца?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Выключить систему продувки оптического тракта сухим азотом или сжатым воздухом 2) Случайным образом перестроить центральную длину волны фемтосекундного лазера накачки 3) Проверить пространственную юстировку лазерных пучков на генераторной и приемной фотопроводящих антеннах и уровень их оптической мощности 4) Полностью прекратить регистрацию опорного калибровочного сигнала свободного канала <p>Ключ: 3</p>	ПК-8.У.1
19	<p>Какое пространственное положение наноструктурированного образца в держателе терагерцового спектрометра гарантирует максимальную точность измерений параметров в режиме пропускания?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Строго перпендикулярное расположение плоскости образца относительно оси падающего терагерцового пучка 2) Установка образца под произвольным случайным углом к оси терагерцового пучка 3) Предварительный интенсивный нагрев образца на открытом пламени газовой горелки 4) Покрытие лицевой поверхности образца абсолютно непрозрачной металлической фольгой <p>Ключ: 1</p>	ПК-8.У.1
20	<p>Каким образом оператор задает спектральное разрешение терагерцовых измерений во временной области в управляющем программном обеспечении измерительной установки?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Изменением величины постоянного напряжения смещения на приемной фотопроводящей антенне 2) Выбором конкретного материала фокусирующих линз в квазиоптическом измерительном тракте 3) Изменением пиковой мощности фемтосекундного лазерного пучка накачки антенны 4) Заданием максимальной геометрической длины хода механической линии задержки (временного окна сканирования) <p>Ключ: 4</p>	ПК-8.У.1
21	<p>Какое действие необходимо регулярно выполнять для точной юстировки лазерного пучка накачки на микроскопическом межэлектродном зазоре фотопроводящей антенны-детектора?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Сфокусировать лазерный пучок в пятно, значительно превышающее геометрические размеры антенны 2) Использовать прецизионные микроподвижки фокусирующего объектива для совмещения центра пятна с зазором антенны 3) Полностью расфокусировать лазерный пучок до параллельного (нефокусированного) состояния 4) Направить лазерный пучок мимо полупроводниковой подложки фотопроводящей антенны <p>Ключ: 2</p>	ПК-8.У.1

22	<p>Какое значение напряжения смещения на генераторной фотопроводящей антенне рекомендуется выставлять при первом включении терагерцовой установки в соответствии с инструкцией по эксплуатации?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Минимальное рабочее напряжение с постепенным шаговым увеличением до номинального значения 2) Максимально возможное напряжение для быстрой проверки электрической прочности антенны 3) Напряжение смещения выставлять не нужно, антенна эффективно работает без внешнего смещения 4) Случайное переменное напряжение высокой частоты и амплитуды без контроля тока протекания <p>Ключ: 1</p>	ПК-8.У.1
23	<p>Какое регламентное обслуживание квазиоптических кремниевых линз измерительного тракта предусмотрено технической документацией для исключения паразитного рассеяния пучка?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Покрытие линз толстым слоем защитной силиконовой масляной смазки перед работой 2) Регулярная промывка рабочих поверхностей линз концентрированной азотной кислотой 3) Очистка оптических поверхностей от пыли и загрязнений специальными безворсовыми салфетками с изопропиловым спиртом 4) Механическая шлифовка поверхностей линз крупнозернистым абразивом непосредственно перед измерениями <p>Ключ: 3</p>	ПК-8.У.1
24	<p>Что является ключевым индикатором правильной работы балансного оптического детектора в схеме электрооптического сэмплирования терагерцовых импульсов?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Достижение максимального уровня темнового тока фотодиодов при выключенном лазере накачки 2) Нулевое значение напряжения смещения на нелинейном электрооптическом кристалле детектора 3) Постоянное хаотическое мерцание светодиодных индикаторов блоков питания установки 4) Равенство фототоков двух приемных фотодиодов (нулевой разностный сигнал балансного детектора) в отсутствие терагерцового поля <p>Ключ: 4</p>	ПК-8.У.1
25	<p>Какой класс перспективных полупроводниковых материалов признан наиболее эффективным для создания быстродействующих модуляторов терагерцового излучения нового поколения?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Двумерные наноматериалы и полупроводниковые наногетероструктуры с высокой подвижностью электронов 2) Массивные монокристаллы сверхчистого кремния без какого-либо легирования 3) Аморфные халькогенидные стекла с рекордно низкой проводимостью свободных носителей 4) Металлические сплавы на основе ферромагнитных металлов железа и никеля <p>Ключ: 1</p>	ПК-8.В.1

26	<p>Внедрение какого научно-технического решения позволило полностью преодолеть дифракционный предел и получить детальные терагерцовые изображения нанообъектов с нанометровым разрешением?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Использование более мощных непрерывных лазеров оптической накачки 2) Переход к полностью зеркальным фокусирующим оптическим системам дальней зоны 3) Разработка сканирующей терагерцовой микроскопии ближнего поля на основе зонда атомно-силового микроскопа 4) Применение жидкостных гелиевых криостатов замкнутого цикла для глубокого охлаждения образцов <p>Ключ: 3</p>	ПК-8.В.1
27	<p>Какое современное направление квазиоптики активно развивается для создания плоских терагерцовых линз и волновых пластин субволновой толщины для nanoиндустрии?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Изготовление сверхтонких линз из плавленого кварца методом прецизионного прессования 2) Разработка плоских терагерцовых метаповерхностей на основе субволновых резонансных наноструктур 3) Использование герметичных полимерных линз, заполненных чистой дистиллированной водой 4) Применение монокристаллов каменной соли большой толщины с полированными рабочими гранями <p>Ключ: 2</p>	ПК-8.В.1
28	<p>Какая физическая технология генерации мощных терагерцовых импульсов рассматривается как наиболее стабильная альтернатива фотопроводящим антеннам при использовании сверхмощных лазеров?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Использование ртутных газоразрядных трубок низкого давления 2) Использование высокочастотных полупроводниковых диодов Ганна 3) Применение ламп обратной волны с механической микрометрической перестройкой частоты генерации 4) Эффект когерентного излучения лазерной плазмы при оптическом пробое окружающего воздуха <p>Ключ: 4</p>	ПК-8.В.1
29	<p>Использование каких математических алгоритмов является наиболее перспективным научно-техническим решением для быстрого восстановления фазовой информации в безлинзовых ТГц системах интроскопии?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Алгоритмов ручного геометрического построения фронта проходящей волны оператором на графике 2) Простых методов кусочно-линейной интерполяции значений интенсивности соседних пикселей 3) Итерационных алгоритмов восстановления фазы и методов цифровой терагерцовой голографии 4) Полного отказа от программно-математической обработки регистрируемых первичных данных <p>Ключ: 3</p>	ПК-8.В.1

30	<p>Какое существенное преимущество терагерцовых систем визуализации на основе квантово-каскадных лазеров делает их наиболее перспективными для экспресс-контроля качества наноструктур на конвейерных линиях?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Высокая спектральная плотность мощности излучения, обеспечивающая высокую скорость сканирования датчиков 2) Полная независимость лазера от источников электрического питания 3) Абсолютная прозрачность любых сплошных металлических корпусов для излучения квантово-каскадного лазера 4) Возможность одновременной генерации лазером рентгеновского и терагерцового типов излучения <p>Ключ: 1</p>	ПК-8.В.1
31	<p>Какая современная технология детектирования терагерцовых изображений реального времени признана наиболее экономически эффективной для массовой интеграции в промышленные автоматизированные системы контроля нанокompозитов?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Детектирующие системы на основе сверхчувствительных криогенных болометров на жидком гелии 2) Неохлаждаемые микроболометрические матрицы терагерцового диапазона, совместимые со стандартной КМОП-технологией 3) Использование одиночных высокочувствительных пироэлектрических датчиков с механической зеркальной разверткой пучка 4) Прямая регистрация терагерцового излучения на специализированную термочувствительную бумагу <p>Ключ: 2</p>	ПК-8.В.1
32	<p>Какая ключевая научно-техническая задача успешно решается при разработке современных волоконных терагерцовых систем спектроскопии и визуализации?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Полная замена терагерцового рабочего излучения на оптические волоконные сигналы связи 2) Использование волоконных лазеров для непосредственного селективного поглощения терагерцовых волн в объеме 3) Разработка гибких терагерцовых волноводов (волокон) с ультранизкими потерями для безопасной доставки излучения к труднодоступным нанообъектам 4) Использование прочного кварцевого волокна для механического прецизионного вращения исследуемого образца наноструктуры <p>Ключ: 3</p>	ПК-8.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

10.4. 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:

- лекции по темам, согласно табл. 4;

11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

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

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

Планируемые результаты при освоении обучающимися практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Требования к проведению практических занятий

Перед каждым занятием студент обязан ознакомиться с теоретической частью по соответствующей теме, используя конспект лекций и рекомендуемую литературу.

Занятие строится по схеме:

- Вводная часть: разбор преподавателем типовой задачи.
- Основная часть: индивидуальное или групповое выполнение студентами выданных вариантов заданий. Преподаватель консультирует студентов и контролирует правильность выполнения шагов.
- Заключительная часть: разбор типичных ошибок, подведение итогов, фиксация выполненной работы преподавателем.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

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

В процессе выполнения самостоятельной работы у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет ему 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;

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

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

Текущий контроль осуществляется по календарному учебному графику. Сроки контрольных мероприятий и сроки подведения итогов отображаются в рабочих учебных планах на семестр. Обучающийся должен выполнить все контрольные мероприятия, предусмотренные на данный семестр, после чего преподаватель проставляет балльные оценки, набранные студентами по результатам текущего контроля.

Основными формами текущего контроля знаний, обучающихся являются: устный опрос на лекционных или практических занятиях. Средствами текущего контроля знаний, обучающихся могут быть: беседы преподавателя и обучающегося; контрольные вопросы и задания. Контрольное мероприятие считается выполненным, если за него студент получил оценку в баллах не ниже минимальной оценки, установленной преподавателем по данному мероприятию.

Ликвидация задолженности, образовавшейся в случае пропуска обучающимся занятий без уважительной причины, отказа обучающегося от ответов на занятиях, неудовлетворительного ответа обучающегося на занятиях, неудовлетворительного выполнения практических работ может осуществляться на индивидуальных консультациях, сроки которых определяются кафедрой.

Результаты текущего контроля успеваемости обучающихся служат основой для допуска к промежуточной аттестации в форме дифференцированного зачета.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

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

– 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».

Для получения допуска к промежуточной аттестации студенту в течение семестра необходимо сдать не менее 75% практических работ. Дифференцированный зачёт может проходить в виде устного опроса или тестирования. Основанием для допуска к промежуточной аттестации является успешное прохождение обучающимся текущего контроля успеваемости.

Основными ориентирами при подготовке к промежуточной аттестации по дисциплине являются конспект лекций и перечень рекомендуемой литературы. При подготовке к сессии обучающемуся рекомендуется организовать учебную работу так, чтобы перед первым днем начала сессии были сданы и защищены все практические работы. Основное в подготовке к сессии – это повторение всего материала курса, по которому необходимо пройти аттестацию. При подготовке к сессии следует весь объем работы распределять равномерно по дням, отведённым для подготовки, контролировать каждый день выполнения работы

Система оценок при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с руководящим документом организации РДО ГУАП. СМК 3.76 «Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП, осваивающих образовательные программы высшего образования», находящемуся по ссылке <https://docs.guap.ru/smk/3.76.pdf>.

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