

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

«Исследование интерференционных покрытий»

(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 «Исследование интерференционных покрытий» 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-9 «Способен разрабатывать новые программы и методики испытаний инновационной продукции наноиндустрии»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с интерференционными покрытиями.

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 (7 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 является получение обучающимися теоретических знаний и практических навыков в области проектирования, исследования физических свойств и проведения испытаний оптических интерференционных покрытий, необходимых для разработки и внедрения новых программ и методик оценки качества инновационной продукции наноиндустрии.

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-9 Способен разрабатывать новые программы и методики испытаний инновационной продукции наноиндустрии	ПК-9.3.1 знать современные достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в наноиндустрии ПК-9.3.2 знать основные понятия, термины и определения в области испытаний инновационной продукции наноиндустрии ПК-9.У.1 уметь анализировать требования, предъявляемые к инновационной продукции наноиндустрии ПК-9.В.1 владеть навыками выбора методов испытаний инновационной продукции наноиндустрии ПК-9.В.2 владеть навыками составления программ и методик проведения испытаний инновационной продукции наноиндустрии

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Физика»,
- «Прикладная оптика»,
- «Вакуумная техника»,
- «Физические основы нанотехнологий»

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

- «Экспериментальные методы оптики»

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
		№7
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 7					
Раздел 1. Физические основы тонкопленочной оптики и структура покрытий Тема 1.1. Введение в оптику тонких пленок. Отражение и преломление на границах раздела сред. Тема 1.2. Оптическая интерференция в однослойных и многослойных структурах. Тема 1.3. Основные типы интерференционных покрытий.	6	6			12
Раздел 2. Технологии получения тонкопленочных систем в нанопромышленности Тема 2.1. Вакуумно-термические и ионно-плазменные методы нанесения покрытий. Тема 2.2. Наноструктурированные, мета- и градиентные интерференционные покрытия. Тема 2.3. Влияние условий осаждения на дефектообразование, шероховатость и стабильность пленок.	5	5			12

Раздел 3. Методология исследования и методики испытаний оптических покрытий Тема 3.1. Спектрофотометрические методы контроля оптических характеристик. Тема 3.2. Эллипсометрия и интерферометрия в определении геометрических параметров слоев. Тема 3.3. Методы испытаний механической прочности, климатической и лучевой стойкости.	6	6			14
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	Физические основы тонкопленочной оптики и структура покрытий <i>Тема 1.1. Введение в оптику тонких пленок. Отражение и преломление на границах раздела сред.</i> Предмет и задачи тонкопленочной оптики. Уравнения Максвелла и граничные условия. Коэффициенты Френеля для отражения и преломления света на плоской границе двух сред. <i>Тема 1.2. Оптическая интерференция в однослойных и многослойных структурах.</i> Прохождение света через плоскопараллельный слой. Матричный метод расчета многослойных интерференционных систем. Фазовые соотношения при интерференции. <i>Тема 1.3. Основные типы интерференционных покрытий.</i> Принципы проектирования просветляющих (антибликовых) покрытий. Высокоотражающие диэлектрические зеркала. Интерференционные фильтры: узкополосные, отсекающие, полосовые.
2	Технологии получения тонкопленочных систем в nanoиндустрии <i>Тема 2.1. Вакуумно-термические и ионно-плазменные методы нанесения покрытий.</i> Физические основы процессов в вакууме. Термическое испарение. Ионно-плазменное и магнетронное распыление. Преимущества реактивного распыления при создании оксидов и нитридов. <i>Тема 2.2. Наноструктурированные, мета- и градиентные интерференционные покрытия.</i> Особенности напыления наноструктурированных пленок. Метапокрытия и покрытия со сверхнизким показателем преломления. Оптические градиентные слои. <i>Тема 2.3. Влияние условий осаждения на дефектообразование, шероховатость и стабильность пленок.</i> Кинетика роста тонких пленок: островковая, послойная и объемная модели. Факторы, влияющие на механические напряжения, пористость и оптические потери.

3	<p>Методология исследования и методики испытаний оптических покрытий</p> <p><i>Тема 3.1. Спектрофотометрические методы контроля оптических характеристик.</i> Принципы построения спектрофотометров. Измерение спектров пропускания и отражения при различных углах падения. Анализ спектральных зависимостей.</p> <p><i>Тема 3.2. Эллипсометрия и интерферометрия в определении геометрических параметров слоев.</i> Эллипсометрический метод контроля параметров пленок: основы теории, схемы эллипсометров, математическое моделирование. Интерферометрические методы контроля толщины слоев.</p> <p><i>Тема 3.3. Методы испытаний механической прочности, климатической и лучевой стойкости.</i> Методологии проведения испытаний инновационной продукции. Стандарты ISO и ГОСТ на испытания адгезии (метод скотча, скретч-тестирование), механической прочности, влагостойкости, термостойкости и порога лазерного разрушения (LIDT).</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	Расчет коэффициентов отражения и прохождения границы раздела сред.	Решение ситуационных задач	2		1
2	Проектирование однослойных и двухслойных просветляющих покрытий.	Решение ситуационных задач	2		1
3	Расчет спектральных характеристик многослойного диэлектрического зеркала.	Решение ситуационных задач	2		1
4	Анализ технологических режимов магнетронного распыления оксидных пленок.	Решение ситуационных задач	2		2
5	Оценка влияния погрешности толщины	Решение ситуационных задач	2		2

	напыляемых слоев на спектр пропускания фильтра.				
6	Определение оптических констант и толщины пленок по спектрам пропускания.	Решение ситуационных задач	2		3
7	Моделирование эллипсометрических параметров однослойной системы.	Решение ситуационных задач	2		3
8	Разработка алгоритма и выбор методов контроля оптических наноструктур.	Решение ситуационных задач	3		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 7, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	16	16
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	10	10
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	12	12
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/152323 <i>Режим доступа: для авторизованных пользователей.</i>	Заикин, А. Д. Когерентная оптика. Интерференция, дифракция, поляризация: учебное пособие / А. Д. Заикин, И. И. Суханов, О. Б. Янавичус. — Новосибирск: НГТУ, 2019. — 80 с.	
https://e.lanbook.com/book/445241 <i>Режим доступа: для авторизованных пользователей.</i>	Калитеевский, Н. И. Волновая оптика: учебник для вузов / Н. И. Калитеевский. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2025. — 468 с.	
https://e.lanbook.com/book/329468 <i>Режим доступа: для авторизованных пользователей.</i>	Дьяченко, А. Т. Волновая оптика: учебное пособие / А. Т. Дьяченко, А. В. Логинов, В. Ю. Флоринский. — Санкт-Петербург: ПГУПС, 2023. — 50 с.	
https://e.lanbook.com/book/212309 <i>Режим доступа: для авторизованных пользователей.</i>	Путилин, Э. С. Оптические покрытия: учебник / Э. С. Путилин, Л. А. Губанова. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 268 с.	

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**.

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений. – 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	Каковы ключевые направления развития современной nanoиндустрии в области повышения точности спектрального контроля оптических наноструктур?	ПК-9.3.1
2	Опишите отечественные достижения в разработке градиентных интерференционных покрытий типа «глаз мотылька» (moth-eye).	ПК-9.3.1
3	Какие зарубежные технологии нанесения тонкопленочных покрытий обеспечивают наилучшую оптическую однородность слоев субнанометровой толщины?	ПК-9.3.1
4	Объясните принципы применения плазмонных наночастиц в структурах современных интерференционных фильтров.	ПК-9.3.1
5	Каковы современные технологические достижения в области осаждения сверхгладких лазерных зеркал с потерями на рассеяние менее 1 ppm?	ПК-9.3.1
6	Опишите тенденции использования метаматериалов и нанокомпозитов при проектировании широкополосных поглощающих нанопокровов.	ПК-9.3.1
7	Дайте обзор современным промышленным методам ионно-лучевого распыления (IBS) для создания прецизионной инновационной оптики.	ПК-9.3.1
8	Какую роль играют технологии атомно-слоевого осаждения (ALD) в получении конформных барьерных оптических нанопокровов?	ПК-9.3.1
9	Дайте строгое определение понятиям «адгезия покрытия» и «когезионный излом» в соответствии со стандартами ГОСТ Р и ISO для nanoиндустрии.	ПК-9.3.2
10	Дайте физическое и техническое определение понятия «порог разрушения оптического покрытия под действием лазерного излучения» (LIDT).	ПК-9.3.2
11	Что понимается под терминами «оптическая толщина», «геометрическая толщина» и «фазовый набег в слое»?	ПК-9.3.2

12	Сформулируйте определение «инновационной тонкопленочной продукции наноиндустрии» и укажите критерии её идентификации.	ПК-9.3.2
13	Раскройте термины «спектральный коэффициент направленного пропускания» и «абсолютный коэффициент отражения».	ПК-9.3.2
14	Объясните различие понятий «дисперсия показателя преломления» и «коэффициент экстинкции» оптического материала в ультрафиолетовом диапазоне.	ПК-9.3.2
15	Сформулируйте определения понятий «климатические испытания», «термоциклирование» и «соляной туман» применительно к оптическим деталям.	ПК-9.3.2
16	Дайте определение понятию «шероховатость поверхности» подложки и тонкой пленки (параметры Ra , Rq). Как шероховатость влияет на оптические потери?	ПК-9.3.2
17	На основе предложенного технического задания (ТЗ) на прецизионное лазерное диэлектрическое зеркало проанализируйте и выделите критические параметры, подлежащие обязательному контролю при испытаниях готового изделия.	ПК-9.У.1
18	Сформулируйте требования к лучевой стойкости интерференционного зеркала для фемтосекундного титан-сапфирового лазера на основе анализа его эксплуатационных параметров.	ПК-9.У.1
19	Проанализируйте требования нормативной документации (ISO 9211) по механической прочности оптических покрытий гражданского и специального назначения. Сделайте сравнительный анализ критериев приемки.	ПК-9.У.1
20	Оцените влияние неконтролируемого дрейфа показателя преломления слоев диоксида кремния при напылении на спектральные характеристики узкополосного фильтра.	ПК-9.У.1
21	Сформулируйте технические требования к просветляющим покрытиям кремниевых солнечных элементов, предназначенных для работы в пустынном климате с повышенной абразивной нагрузкой.	ПК-9.У.1
22	Проанализируйте требования к стабильности спектральных характеристик интерференционных отсекающих фильтров при изменении температуры от $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+80\text{ }^{\circ}\text{C}$.	ПК-9.У.1
23	Обоснуйте перечень необходимых видов испытаний для антибликового покрытия сенсорного экрана бортового автомобильного дисплея.	ПК-9.У.1
24	Проанализируйте ТЗ на дихроичный делитель пучка и определите требования к крутизне спектрального перехода, поляриационному расщеплению и волновому фронту отраженного излучения.	ПК-9.У.1
25	На примере тонкопленочного интерференционного поляризатора обоснуйте выбор между спектрофотометрическим методом и эллипсометрическим методом контроля при аттестации параметров слоев.	ПК-9.В.1
26	Выберите наиболее эффективный метод неразрушающего контроля скрытых микродефектов структуры и пористости многослойных интерференционных покрытий.	ПК-9.В.1
27	Сформулируйте критерии выбора метода испытаний на адгезионную прочность оптического покрытия на гибкой полимерной подложке (сравните метод отслаивания ленты и скретч-тест).	ПК-9.В.1

28	Обоснуйте выбор оборудования и схемы измерения для прецизионного определения спектра отражения высокоотражающего лазерного зеркала (отражение > 99,9%).	ПК-9.В.1
29	Выберите оптимальный метод измерения шероховатости поверхности наноразмерного слоя (сравните атомно-силовую микроскопию и профилометрию белого света).	ПК-9.В.1
30	Предложите метод испытания оптических нанопокрывтий на стойкость к воздействию агрессивных жидких химических сред и выберите контролируемые выходные параметры.	ПК-9.В.1
31	Выберите метод теплового экспресс-анализа для оценки термостойкости интерференционных фильтров, эксплуатируемых в космическом пространстве.	ПК-9.В.1
32	Обоснуйте выбор спектрального диапазона и типа источника излучения при планировании испытаний фотостабильности защитных покрытий от ультрафиолетового излучения.	ПК-9.В.1
33	Разработайте проект методики проведения ускоренных климатических испытаний на влагостойкость прецизионного многослойного просветляющего нанопокрывтия.	ПК-9.В.2
34	Составьте блок-схему и структуру программы испытаний оптических нанопокрывтий на лучевую стойкость (LIDT) в соответствии с международным стандартом ISO 21254.	ПК-9.В.2
35	Разработайте методику контроля стабильности оптических характеристик интерференционных покрытий при вибрационных и ударных нагрузках.	ПК-9.В.2
36	Сформируйте структуру и содержание программы приемо-сдаточных испытаний партии интерференционных узкополосных фильтров для nanoиндустрии.	ПК-9.В.2
37	Составьте алгоритм проведения калибровки и оценки погрешности измерительного тракта при испытаниях спектрального коэффициента отражения наноструктурированных зеркал.	ПК-9.В.2
38	Разработайте проект программы периодических испытаний оптических нанопокрывтий на стойкость к воздействию соляного тумана.	ПК-9.В.2
39	Напишите методические указания по обработке результатов измерений адгезии оптических пленок методом царапания (скретч-тестирования) с оценкой критической силы разрушения слоев.	ПК-9.В.2
40	Разработайте структуру программы квалификационных испытаний новой инновационной технологии вакуумного напыления интерференционных фильтров.	ПК-9.В.2

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	<p>Какое отечественное достижение наноиндустрии активно используется для бесконтактного неразрушающего контроля геометрии наноструктурированных многослойных диэлектрических пленок?</p> <p>1) Спектральная эллипсометрия высокого разрешения 2) Контактная профилометрия с алмазным индентором 3) Метод гидростатического взвешивания 4) Рентгеноструктурный анализ по методу Дебая-Шеррера</p> <p>Ключ: 1</p>	ПК-9.3.1
2	<p>В зарубежной практике для повышения адгезии и плотности интерференционных пленок диоксида титана (TiO₂) чаще всего применяется технология:</p> <p>1) химического осаждения при атмосферном давлении (APCVD) 2) термического испарения из молибденовой лодочки 3) ионно-ассистированного осаждения (IAD) с использованием пучка ионов аргона 4) плазмохимического травления в среде гексафторида серы</p> <p>Ключ: 3</p>	ПК-9.3.1
3	<p>Просветляющие покрытия на основе концепции «глаза мотылька» (moth-eye) достигают сверхнизкого отражения за счет:</p> <p>1) использования материалов с отрицательным показателем преломления 2) градиентного изменения показателя преломления за счет субволновой текстуры поверхности 3) возбуждения локализованных плазмонов в металлических наночастицах 4) многократного поглощения света во внутренних порах диэлектрика</p> <p>Ключ: 2</p>	ПК-9.3.1
4	<p>Какая современная зарубежная технология используется для получения оптических пленок со сверхвысокой конформностью и контролем толщины на атомном уровне?</p> <p>1) Magnetron Sputtering (Магнетронное распыление) 2) Electron Beam Evaporation (Электронно-лучевое испарение) 3) Sol-Gel метод (Золь-гель технология) 4) Atomic Layer Deposition (Атомно-слоевое осаждение)</p> <p>Ключ: 4</p>	ПК-9.3.1
5	<p>Отечественная технология напыления диэлектрических лазерных зеркал методом ионно-лучевого распыления (IBS) позволяет снизить оптические потери на рассеяние и поглощение до уровня:</p> <p>1) менее 10-20 ppm (частей на миллион) 2) около 0,1–0,2% 3) более 1% 4) около 50 ppm только в инфракрасном диапазоне</p> <p>Ключ: 1</p>	ПК-9.3.1

6	<p>При напылении широкополосных тепловых зеркал («холодных зеркал») для разделения видимого и ИК-излучения современная зарубежная индустрия использует чередующиеся слои:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) золота и оксида хрома 2) графена и полиметилметакрилата 3) оксидов металлов с высоким и низким показателями преломления (TiO_2 и SiO_2) 4) сульфида цинка и фторида кальция без подложки <p>Ключ: 3</p>	ПК-9.3.1
7	<p>Какое явление лежит в основе работы оптических ограничителей мощности на базе нанокompозитных интерференционных покрытий?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Фотоиндуцированная дифракция на решетке дефектов 2) Нелинейное поглощение и нелинейная рефракция при высоких интенсивностях 3) Спектральный сдвиг резонанса Фабри-Перо при нагреве 4) Увеличение адгезии пленки под действием ультрафиолета <p>Ключ: 2</p>	ПК-9.3.1
8	<p>Какая отечественная научная организация внесла определяющий вклад в развитие матричных методов расчета многослойных диэлектрических покрытий?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Школа академика А. М. Прохорова 2) Школа академика П. Л. Капицы 3) Московский физико-технический институт 4) Государственный оптический институт им. С.И. Вавилова (ГОИ) <p>Ключ: 4</p>	ПК-9.3.1
9	<p>Что в терминологии стандартов ISO 9211 означает понятие «адгезия» оптического покрытия?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Сила связи между покрытием и подложкой на границе раздела сред 2) Способность покрытия сопротивляться царапанию металлическим индентором 3) Внутреннее механическое напряжение сжатия внутри нанесенного слоя 4) Устойчивость пленки к воздействию агрессивных кислотных сред <p>Ключ: 1</p>	ПК-9.3.2
10	<p>Порог лазерного разрушения (LIDT) диэлектрического интерференционного покрытия определяется как:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) температура подложки, при которой происходит растрескивание пленки 2) плотность энергии или мощности лазерного излучения, вызывающая необратимые повреждения 3) максимальная длина волны лазера, которая полностью отражается от зеркала 4) минимальная толщина слоя, при которой лазерный луч не поглощается <p>Ключ: 2</p>	ПК-9.3.2
11	<p>Оптическая толщина интерференционного слоя (H) рассчитывается по формуле:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) $H=d/n$, где d – геометрическая толщина, n – показатель преломления 2) $H=2 \cdot d \cdot \cos(\theta)$ 3) $H=n \cdot d$, где d – геометрическая толщина, n – показатель преломления 4) $H=d \cdot k$, где k – коэффициент экстинкции <p>Ключ: 3</p>	ПК-9.3.2

12	<p>Что понимается под понятием «климатические испытания» интерференционных покрытий согласно ГОСТ Р 50785?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Измерение толщины пленок при комнатной температуре 2) Оценка спектрального пропускания при ультрафиолетовом освещении 3) Определение механической стойкости покрытия методом царапания 4) Проверка устойчивости к воздействию экстремальных температур, влажности и соляного тумана <p>Ключ: 4</p>	ПК-9.3.2
13	<p>Коэффициент экстинкции (k) тонкопленочного материала характеризует:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) потери энергии света на поглощение и рассеяние при прохождении через среду 2) скорость распространения световой волны в вакууме 3) угол преломления света на границе пленки с воздухом 4) механическую прочность пленки к истиранию <p>Ключ: 1</p>	ПК-9.3.2
14	<p>Термин «четвертьволновый слой» означает, что его оптическая толщина равна:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) одной четверти геометрической толщины подложки 2) половине рабочей длины волны излучения 3) одной четверти рабочей длины волны излучения ($\lambda/4$) 4) рабочей длине волны, деленной на четыре показателя преломления подложки <p>Ключ: 3</p>	ПК-9.3.2
15	<p>Что понимается под «оптической однородностью» нанесенного интерференционного слоя?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Постоянство показателя преломления по всей толщине и площади слоя 2) Равенство показателей преломления пленки и подложки 3) Отсутствие механических дефектов типа царапин и точек 4) Способность пропускать свет без изменения поляризации <p>Ключ: 1</p>	ПК-9.3.2
16	<p>Как называется явление изменения спектрального положения полосы пропускания фильтра при изменении угла падения излучения?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Фотохромный эффект 2) Поляризационное расщепление 3) Температурный дрейф 4) Угловой сдвиг (blue shift) <p>Ключ: 4</p>	ПК-9.3.2
17	<p>При анализе ТЗ на интерференционное покрытие для ИК-оптики тепловизоров критическим эксплуатационным требованием является:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) стойкость к воздействию жесткого ультрафиолета 2) высокая механическая прочность к истиранию и воздействию влажной атмосферы 3) нулевой коэффициент отражения на длине волны 0,532 мкм 4) полная прозрачность в ультрафиолетовом диапазоне <p>Ключ: 2</p>	ПК-9.У.1

18	<p>При расчете требований к лучевой стойкости (LIDT) диэлектрического зеркала для мощных импульсных лазеров наносекундной длительности основным лимитирующим фактором выступает:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) тепловой взрыв микродефектов и поглощающих включений на границах слоев 2) многофотонная ионизация основного материала матрицы 3) туннельный пробой в сильном электрическом поле световой волны 4) растрескивание подложки из-за акустической волны <p>Ключ: 1</p>	ПК-9.У.1
19	<p>В соответствии с требованиями ISO 9211-3, если покрытие классифицируется как «умеренно прочное» (moderate durability), оно должно выдерживать:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 50 ходов ластиком с нагрузкой 9,8 Н 2) 50 ходов сухой хлопковой тканью с нагрузкой 4,9 Н 3) испытания в соляном тумане в течение 28 суток 4) воздействие кипящей дистиллированной воды в течение 10 часов <p>Ключ: 2</p>	ПК-9.У.1
20	<p>При оценке влияния технологических погрешностей на спектр узкополосного фильтра установлено, что ошибка в толщине слоев в 1% приводит к:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) полному исчезновению зоны пропускания 2) изменению механических напряжений с сжатия на растяжение 3) сдвигу центральной длины волны пропускания и падению пикового пропускания 4) мгновенной деградации адгезии напыленного пакета <p>Ключ: 3</p>	ПК-9.У.1
21	<p>Проводя анализ требований к антибликовому покрытию для космических иллюминаторов, к каким факторам космического пространства необходимо предусмотреть стойкость?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) К воздействию вакуумного ультрафиолета, протонов и электронов радиационных поясов 2) К воздействию соляного тумана и влажности 3) К сильным абразивным нагрузкам кварцевой пыли 4) К воздействию органических растворителей <p>Ключ: 1</p>	ПК-9.У.1
22	<p>Для обеспечения минимального температурного дрейфа спектральных характеристик интерференционных фильтров необходимо выбирать материалы слоев с:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) максимальным коэффициентом термического расширения 2) минимальным температурным коэффициентом показателя преломления (dn/dT) 3) сверхвысокой пористостью структуры 4) отрицательным показателем преломления в рабочей области <p>Ключ: 2</p>	ПК-9.У.1

23	<p>Анализ требований к дихроичным зеркалам флуоресцентных микроскопов показывает, что важнейшим спектральным параметром является:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) одинаковое отражение s- и p-поляризаций под углом 0 градусов 2) высокая механическая прочность к ударам 3) высокое пропускание в полосе флуоресценции при высоком отражении в полосе возбуждения 4) устойчивость к воздействию азотной кислоты <p>Ключ: 3</p>	ПК-9.У.1
24	<p>Какое требование к шероховатости подложки предъявляется при проектировании интерференционных зеркал для мягкого рентгеновского диапазона ($\lambda=13.5\text{нм}$)?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Шероховатость Rq должна быть менее 0,1–0,2 нм для снижения рассеяния света 2) Шероховатость должна быть в пределах 10–15 нм для улучшения адгезии 3) Шероховатость не регламентируется, так как длина волны слишком мала 4) Поверхность должна иметь регулярный дифракционный рельеф с периодом 1 мкм <p>Ключ: 1</p>	ПК-9.У.1
25	<p>При исследовании сверхтонких оптических нанопокровов (толщиной < 10 нм) выбор эллипсометрии перед классической спектрофотометрией обоснован тем, что:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) спектрофотометры не способны работать в видимом диапазоне спектра 2) эллипсометрия измеряет фазовые сдвиги отраженных волн, что повышает чувствительность к сверхтонким слоям 3) эллипсометрия позволяет измерять адгезию покрытия в процессе напыления 4) спектрофотометр требует обязательного разрушения образца <p>Ключ: 2</p>	ПК-9.В.1
26	<p>Для неразрушающего контроля дефектов структуры и микрорельефа поверхности диэлектрического зеркала целесообразно выбрать метод:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) сканирующей электронной микроскопии высокого разрешения 2) рентгенофлуоресцентного анализа 3) атомно-силовой микроскопии (АСМ) 4) метод гидростатического взвешивания <p>Ключ: 3</p>	ПК-9.В.1
27	<p>Какой метод испытания адгезии следует выбрать для количественной оценки прочности связи металл-диэлектрик на жесткой стеклянной подложке?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Метод отслаивания липкой ленты (скотч-тест) 2) Метод склеивания двух подложек эпоксидным клеем 3) Метод ультразвуковой очистки в изопропиловом спирте 4) Метод царапания (скретч-тестирование) с непрерывной регистрацией акустической эмиссии <p>Ключ: 4</p>	ПК-9.В.1

28	<p>Для измерения абсолютного коэффициента отражения лазерных диэлектрических зеркал с точностью до 0,01% выбирают метод:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) спектрофотометрии с приставкой однократного отражения 2) внутриврезонаторной лазерной спектроскопии (CRDS - Cavity Ring-Down Spectroscopy) 3) эллипсометрии при угле Брюстера 4) измерения интенсивности рассеянного света на длине волны лазера <p>Ключ: 2</p>	ПК-9.В.1
29	<p>Какой метод испытаний на стойкость к истиранию выбирается для жестких диэлектрических покрытий на деталях очковой оптики?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Испытание падающим кварцевым песком по ГОСТ 2) Тест на прочность методом бросания стального шарика 3) Тест на истирание стальной шерстью под фиксированной нагрузкой 4) Метод ультразвукового воздействия в абразивной суспензии <p>Ключ: 3</p>	ПК-9.В.1
30	<p>Для контроля фазового сдвига интерференционных покрытий гироскопических зеркал при различных углах падения выбирается метод:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) спектрофотометрии на двух длинах волн 2) многоугловой спектральной эллипсометрии 3) дифрактометрии рентгеновского излучения 4) профилометрии белого света <p>Ключ: 2</p>	ПК-9.В.1
31	<p>Какой метод исследования выбирается для оценки элементного состава и профиля распределения концентрации элементов по глубине многослойной интерференционной структуры?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Электронная спектроскопия с послойным ионным травлением 2) Оптическая микроскопия в темном поле 3) Метод нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО) 4) Ультразвуковая дефектоскопия <p>Ключ: 1</p>	ПК-9.В.1
32	<p>Для оценки климатической стойкости покрытий к циклическому изменению температур во влажной среде выбирают испытательную установку:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) камеру соляного тумана 2) камеру тепла-влаги-холода с программируемым контроллером 3) муфельную печь с азотной атмосферой 4) вакуумный сушильный шкаф <p>Ключ: 2</p>	ПК-9.В.1
33	<p>При составлении методики проведения испытаний на влагостойкость по ISO 9022-2 обязательным требованием к условиям является поддержание:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) относительной влажности 95–98% при температуре +40 °С в течение заданного времени 2) полного погружения деталей в дистиллированную воду при температуре +100 °С 3) влажности 50% при температуре -20 °С для имитации обледенения 4) конденсации паров спирто-бензиновой смеси на поверхности образцов <p>Ключ: 1</p>	ПК-9.В.2

34	<p>В разработанной программе испытаний лазерных зеркал на лучевую стойкость по методу «1-on-1» (ISO 21254-1) основным правилом является:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) непрерывное сканирование лучом по всей площади зеркала в течение 1 часа 2) облучение каждого единичного участка поверхности только одним лазерным импульсом фиксированной энергии 3) облучение одного и того же участка возрастающей серией импульсов до момента пробоя 4) фокусировка луча строго на границу подложки и первого слоя под углом Брюстера <p>Ключ: 2</p>	ПК-9.В.2
35	<p>При составлении методики спектрофотометрических испытаний высокоотражающих лазерных зеркал, какой первый шаг калибровки прибора необходимо прописать в программе?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Измерение спектрального фона без образца (калибровка 100% пропускания) 2) Измерение эталона сравнения с известным коэффициентом отражения 3) Настройка угла наклона монохроматора по ртутной линии 4) Юстировка положения детектора по максимуму фототока <p>Ключ: 1</p>	ПК-9.В.2
36	<p>Раздел «Критерии приемки» программы приемо-сдаточных испытаний узкополосных фильтров должен содержать:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) подробное описание вакуумного цикла напылительной установки 2) сертификаты соответствия на используемые испаряемые материалы 3) допустимые отклонения спектральных параметров (CWL, FWHM, <i>Tmax</i>) и дефектности поверхности от номинальных значений 4) перечень должностных лиц, ответственных за проведение измерений <p>Ключ: 3</p>	ПК-9.В.2
37	<p>В разработанной методике скретч-тестирования на адгезию оптических нанопокровов критерием оценки разрушения (критической силы L_c) является:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) момент появления трещин или отслоения пленки, фиксируемый по резкому изменению силы трения и акустической эмиссии 2) полное истирание индентора о поверхность оптического стекла 3) момент закипания подложки под индентором из-за сил трения 4) изменение цвета покрытия в зоне царапины <p>Ключ: 1</p>	ПК-9.В.2
38	<p>Программа испытаний на стойкость к соляному туману обязательно должна регламентировать:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) давление воздуха в камере не менее 10 атмосфер для ускорения процесса 2) концентрацию раствора NaCl (обычно 5%), температуру в камере (+35 °C) и дисперсность тумана 3) обязательную очистку образцов ультразвуком каждые 2 часа испытаний 4) освещение образцов мощными лампами солнечного спектра <p>Ключ: 2</p>	ПК-9.В.2

39	<p>При составлении методики оценки пористости интерференционных пленок по спектральному сдвигу («эффект дыхания») в программе прописывают сравнение спектров пропускания:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) в абсолютно сухой атмосфере и в атмосфере со 100% относительной влажностью 2) при комнатной температуре и при температуре жидкого азота 3) до и после протирки поверхности изопропиловым спиртом 4) под прямым углом и под углом Брюстера <p>Ключ: 1</p>	ПК-9.В.2
40	<p>Какая последовательность операций прописывается в методике испытаний на термоудар (быстрое изменение температуры) оптических деталей с интерференционным покрытием?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Плавный нагрев образца в печи со скоростью 1 °С в час до предельной температуры 2) Выдержка в термостате при T_1, быстрый перенос (менее 10 с) в холодную среду с температурой T_2, выдержка и контроль дефектов 3) Нагрев поверхности сфокусированным лазерным лучом до плавления подложки 4) Охлаждение в вакууме до криогенных температур в течение суток <p>Ключ: 2</p>	ПК-9.В.2

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 согласно темам из 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 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

Порядок проведения каждого практического занятия разделён на три этапа:

1. Вводная часть, в ходе которой преподаватель обозначает цель работы, актуализирует необходимый теоретический минимум по текущей теме и разбирает алгоритмы решения демонстрационных задач.

2. Основная часть, предполагающая самостоятельное индивидуальное выполнение студентами расчетно-графических заданий и разбор ситуационных задач под методическим руководством преподавателя.

3. Заключительная часть, посвященная обсуждению полученных результатов, разбору типичных ошибок, формулировке выводов и защите выполненных расчетов.

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

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

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

Основной формой текущего контроля успеваемости является защита отчетов по выполненным практическим работам, а также устные опросы в ходе лекционных занятий. Для получения допуска к промежуточной аттестации студенту необходимо успешно выполнить и защитить не менее 75% запланированных практических работ текущего семестра.

В случае невыполнения указанных требований в установленные календарным графиком сроки, студент считается имеющим академическую задолженность и не допускается к промежуточной аттестации по дисциплине. Ликвидация академической задолженности по текущему контролю проводится в установленные кафедрой сроки.

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».

Основанием для допуска к промежуточной аттестации является успешное прохождение текущего контроля успеваемости.

Аттестация может проходить в форме устного опроса по билетам (теоретические вопросы и практические задачи) или в виде компьютерного тестирования. При оценивании учитывается глубина усвоения материала, логика изложения ответа, умение применять теоретические знания для решения практических задач автоматизации эксперимента, а также процент правильных ответов на тестовые задания.

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