

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра оптических информационных технологий

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФТФ
к.ф-м.н. Корель И. И.
“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Лазерные доплеровские измерительные системы

Образовательная программа: 12.03.02 Оптотехника, профиль: Оптические информационные технологии

Курс: 4, семестр : 7

Физико-технический факультет,

		Семестр
№	Вид деятельности	7
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	4
2	Всего часов	144
3	Всего занятий в контактной форме, час.	81
4	Лекции, час.	36
5	Практические занятия, час.	18
6	Лабораторные занятия, час.	18
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	36
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	7
10	Самостоятельная работа, час.	63
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ контр.
12	Вид аттестации	Э

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 12.03.02 Оптотехника

ФГОС введен в действие приказом №215 от 12.03.2015 г. , дата утверждения: 01.04.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 12.03.02 Оптотехника

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ОИТ, протокол заседания кафедры №_____ от 20.06.2017

Утверждена на совете физико-технического факультета, протокол № 3 от 21.06.2017

Программу разработал:

профессор, д.т.н. Дубнищев Ю. Н.

Заведующий кафедрой:

д.т.н. Лабусов В. А.

Ответственный за образовательную программу:

заместитель заведующего кафедрой Дубнищев Ю. Н.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ПК.12 способность к внедрению технологических процессов производства, метрологического обеспечения и контроля качества оптических и оптико-электронных приборов и их элементов; в части следующих результатов обучения:
у1. принимать участие в процессе внедрения технологических процессов производства, метрологического обеспечения и контроля качества оптических и оптико-электронных приборов и их элементов
Компетенция ФГОС: ПК.2 способность к проведению экспериментальных измерений оптических, фотометрических и электрических величин и исследования различных объектов по заданной методике; в части следующих результатов обучения:
у3. уметь проводить экспериментальные измерения оптических, фотометрических и электрических величин и исследования различных объектов по заданной методике

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Лазерные доплеровские измерительные системы</i>	
ПК.2.у3 уметь проводить экспериментальные измерения оптических, фотометрических и электрических величин и исследования различных объектов по заданной методике	
1.об основных оптических измерительных конфигурациях ЛДИС в координатном и k-пространствах;	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
2.о когерентном и некогерентном режимах работы ЛДИС;	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
3.о способах селекции компонент вектора скорости в ортогональном координатном базисе;	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
4.о пространственно-временной структуре одночастотного и многочастотного сигналов ЛДИС;	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.12.у1 принимать участие в процессе внедрения технологических процессов производства, метрологического обеспечения и контроля качества оптических и оптико-электронных приборов и их элементов	
5.об оценке точностных характеристик ЛДИС;	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
6.об основных функциональных оптических схемах ЛДИС;	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы
7.об основных функциональных схемах обработки сигналов в ЛДИС;	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.2.у3 уметь проводить экспериментальные измерения оптических, фотометрических и электрических величин и исследования различных объектов по заданной методике	
8.о визуализации пространственного распределения вектора скорости;	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.12.у1 принимать участие в процессе внедрения технологических процессов производства, метрологического обеспечения и контроля качества оптических и оптико-электронных приборов и их элементов	

9.о применениях ЛДИС в научных исследованиях и в промышленных технологиях.	Лекции; Практические занятия
--	------------------------------

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения
Семестр: 7			
Дидактическая единица: Основные оптические конфигурации ЛДИС в координатном и k-пространствах			
1. Назначение лазерных доплеровских измерительных систем. Физические принципы, лежащие в основе работы (ЛДИС). Оптический эффект Доплера. Элементы теории оптических систем ЛДИС в k-пространстве. Базовые	0	2	1
2. Когерентные эффекты в оптическом сигнале. Когерентный и некогерентный режимы работы ЛДИС.	0	2	2
3. Компенсация низкочастотного пьедестала в доплеровском сигнале.	0	2	2
4. Определение знака скорости и перенос спектра доплеровского сигнала. Селекция вектора скорости в ортогональном координатном базисе.	0	4	3
5. Структура оптического сигнала в ЛДИС. Оптический сигнал от точечных частиц. Влияние конечного размера рассеивающих частиц на структуру некогерентной составляющей оптического сигнала.	0	2	4
Дидактическая единица: Пространственно-временная и частотная структура сигнала ЛДИС			
6. Селекция когерентной компоненты фурье-спектра оптического сигнала от частицы конечного размера.	0	2	1, 2, 4, 5
7. Пространственно-временная структура многочастичного оптического сигнала ЛДИС в некогерентном режиме.	0	2	1, 2, 4
8. Оценки потенциальной точности измерений.	0	2	5
Дидактическая единица: Функциональные схемы ЛДИС			
9. Методы темпоральной адаптивной и пространственно-временной адаптивной селекции вектора скорости в ЛДИС.	0	2	6
10. Особенности применения полупроводниковых лазеров в ЛДИС.	0	2	6
11. Счетно-импульсные системы обработки сигналов в ЛДИС.	0	2	7
12. Следящие системы обработки сигналов в ЛДИС.	0	2	7
13. Оптико-волоконные системы ЛДИС.	0	2	1, 6
14. Фотон-корреляционные методы в ЛДИС.	0	2	1, 6
15. Визуализация и измерение пространственного распределения вектора скорости.	0	2	1, 8

Дидактическая единица: Применение ЛДИС в научных исследованиях и в промышленных технологиях			
16. Применение ЛДИС в научных исследованиях.	0	2	1, 6, 7, 9
17. Применение ЛДИС в промышленных технологиях.	0	2	1, 6, 7, 9

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 7				
Дидактическая единица: Функциональные схемы ЛДИС				
1. Лазерный доплеровский анемометр с адаптивной селекцией вектора скорости.	6	6	1, 2, 3, 6, 7	знакомится на практике с ЛДИС, позволяющими измерять 2D вектор скорости с адаптивной селекцией ортогональных компонент, изучает оптическую схему, электронную систему обработки сигнала, определяет параметры зондирующего поля и выполняет измерение вектора скорости движения потока фазовой или конденсированной среды;
2. Полупроводниковый лазерный измеритель скорости.	4	4	1, 3, 6, 7	знакомится с особенностями устройства ЛДИС, в котором в качестве источника излучения применяется полупроводниковый лазер и выполняет практические измерения скорости на тестовом объекте;
3. Оптико-волоконный лазерный доплеровский измеритель скорости.	4	4	1, 3, 4, 6, 7	знакомится с устройством и применением оптико-волоконного ЛДИС;
4. Лазерный доплеровский визуализатор и измеритель поля скорости.	4	4	1, 3, 4, 8	знакомится с устройством лазерного доплеровского визуализатора поля скорости и выполняет практические измерения.

Таблица 3.3

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 7				
Дидактическая единица: Основные оптические конфигурации ЛДИС в координатном и k-пространствах				
1. Анализ оптических измерительных конфигураций ЛДИС.	2	2	1, 2, 3, 4	приобретает навыки сравнительного анализа оптических измерительных конфигураций и выбора функциональных характеристик;

Дидактическая единица: Пространственно-временная и частотная структура сигнала ЛДИС				
2. Дифференциальные параметрические оценки погрешности измерений.	2	2	5	приобретает умение оценивать вклад измерения различных параметров оптической схемы в погрешность измерений;
3. Фурье-преобразование сигнала и его свойства.	2	2	2, 4	приобретает опыт спектральных преобразований различных сигналов с использованием свойств фурье-преобразования;
Дидактическая единица: Функциональные схемы ЛДИС				
4. Расчет параметров зондирующего поля в координатном и частотном пространствах.	2	2	1, 2, 6	приобретает умение рассчитывать параметры оптического зондирующего поля в зависимости от заданных характеристик измерительной схемы;
5. Влияние детерминированных и случайных параметров рассеивающей среды на спектральные характеристики сигнала в ЛДИС.	3	3	1, 2, 4, 5	приобретает умение определять спектральные характеристики сигнала в зависимости от свойств исследуемой среды;
6. Определение квази-частоты доплеровского сигнала как средней частоты выбросов за нулевой уровень.	2	2	1, 4, 5	приобретает умение делать оценки потенциальной точности измерений через определение квазичастоты автокорреляционной функции доплеровского сигнала;
7. Выбор параметров оптической схемы доплеровских систем ближней локации в зависимости от заданных функциональных и точностных характеристик.	2	2	6, 7, 9	приобретает умение выполнять синтез функциональных схем лазерных доплеровских измерительных систем в зависимости от заданных характеристик;
8. Синтез оптических доплеровских систем для визуализации полей вектора скорости.	3	3	1, 8	приобретает умение выполнять синтез лазерных доплеровских визуализаторов полей вектора скорости с адекватной оптической обработкой информации.

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 7				
1	Контрольные работы	4, 5	15	0
: Основы ближней локации : методические указания к лабораторным работам для 4 курса АВТФ специальности 220203 "Автономные информационные и управляющие системы" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. М. В. Орлова]. - Новосибирск, 2009. - 15, [2] с.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000120261				
2	РГЗ	3, 4	6	2

: Основы ближней локации : методические указания к лабораторным работам для 4 курса АВТФ специальности 220203 "Автономные информационные и управляющие системы" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. М. В. Орлова]. - Новосибирск, 2009. - 15, [2] с.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000120261				
3	Подготовка к занятиям	1, 2	25	0
: Основы ближней локации : методические указания к лабораторным работам для 4 курса АВТФ специальности 220203 "Автономные информационные и управляющие системы" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. М. В. Орлова]. - Новосибирск, 2009. - 15, [2] с.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000120261				
4	Подготовка к аттестации	7, 8	17	5
: Основы ближней локации : методические указания к лабораторным работам для 4 курса АВТФ специальности 220203 "Автономные информационные и управляющие системы" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. М. В. Орлова]. - Новосибирск, 2009. - 15, [2] с.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000120261				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Контроль	ЭБС
Размещение учебных материалов	ЭБС

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм	Коды формируемых компетенций
1	Проблемный метод	ПК.2;
Формируемые умения: у3. уметь проводить экспериментальные измерения оптических, фотометрических и электрических величин и исследования различных объектов по заданной методике		
Краткое описание применения: студенты совместно с преподавателем формулируют проблему и ищут пути ее решения		

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставить оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 7		
Лабораторная:	5	10
Практические занятия:	5	10
Контрольные работы:	10	20

РГЗ:	10	20
Экзамен:	0	40

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля		
		Контр. раб.	Защита РГЗ	Экзамен
ПК.12	у1. принимать участие в процессе внедрения технологических процессов производства, метрологического обеспечения и контроля качества оптических и оптико-электронных приборов и их элементов		+	+
ПК.2	у3. уметь проводить экспериментальные измерения оптических, фотометрических и электрических величин и исследования различных объектов по заданной методике	+	+	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Рис У. Г. Основы дистанционного зондирования / У. Рис ; пер. с англ. М. Б. Кауфмана, А. А. Кузьмичевой. - М., 2006. - 335 с., [5] л. ил. : ил.
2. Методы и средства измерений, испытаний и контроля: Учебное пособие / Демина Л.Н. - М.: НИЯУ "МИФИ"; 2010. - 292 с. ISBN 978-5-7262-1290-6 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=560558> - Загл. с экрана.

Дополнительная литература

1. Оптические методы исследования потоков / Ю. Н. Дубнищев [и др.] ; отв. ред. В. Е. Накоряков ; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т теплофизики им. С. С. Кутателадзе. - Новосибирск, 2003. - 415, [1] с. : ил.
2. Дубнищев Ю. Н. Лазерные доплеровские измерительные технологии : [монография] / Ю. Н. Дубнищев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2002. - 414 с. : ил.
3. Белоусов П. П. Разработка лазерных методов измерений кинематических параметров закрученных потоков. [Спец.] 05. 11. 07 - Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы : Дис. . . канд. техн. наук / СО РАН. Ин-т теплофизики ; науч. рук. Ю. Н. Дубнищев. - Новосибирск, 2001. - 124 с. : ил.
4. Дубнищев Ю. Н. Методы лазерной доплеровской анемометрии / Ю. Н. Дубнищев, Б. С. Ринкевичюс ; предисл. В. А. Фабриканта. - М., 1982. - 303 с. : ил., схемы, фот.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znanium.com" : <http://znanium.com/>
5. .

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Основы ближней локации : методические указания к лабораторным работам для 4 курса АВТФ специальности 220203 "Автономные информационные и управляющие системы" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. М. В. Орлова]. - Новосибирск, 2009. - 15, [2] с.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000120261

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 Mozilla Firefox

2 Microsoft Office

9. Материально-техническое обеспечение

Специальное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	ОСЦИЛЛОГРАФ С1-122А	Лабораторные работы по курсу голографические методы

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра оптических информационных технологий

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФТФ
к.ф.-м.н., доцент И.И. Корель
“ ” _____ Г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Лазерные доплеровские измерительные системы

Образовательная программа: 12.03.02 Опотехника, профиль: Оптические информационные технологии

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Лазерные доплеровские измерительные системы приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ПК.12/ПТ способность к внедрению технологических процессов производства, метрологического обеспечения и контроля качества оптических и оптико-электронных приборов и их элементов	у1. принимать участие в процессе внедрения технологических процессов производства, метрологического обеспечения и контроля качества оптических и оптико-электронных приборов и их элементов	Выбор параметров оптической схемы доплеровских систем ближней локации в зависимости от заданных функциональных и точностных характеристик. Методы темпоральной адаптивной и пространственно-временной адаптивной селекции вектора скорости в ЛДИС. Определение квази-частоты доплеровского сигнала как средней частоты выбросов за нулевой уровень. Оптико-волоконные системы ЛДИС. Особенности применения полупроводниковых лазеров в ЛДИС. Оценки потенциальной точности измерений. Применение ЛДИС в научных исследованиях. Применение ЛДИС в промышленных технологиях. Селекция когерентной компоненты фурье-спектра оптического сигнала от частицы конечного размера. Следящие системы обработки сигналов в ЛДИС. Счетно-импульсные системы обработки сигналов в ЛДИС. Фотон-корреляционные методы в ЛДИС.	РГЗ, задания 1,2	Экзамен, вопросы 1-9
ПК.2/НИ способность к проведению экспериментальных измерений оптических, фотометрических и электрических величин и исследования различных объектов по заданной методике	у3. уметь проводить экспериментальные измерения оптических, фотометрических и электрических величин и исследования различных объектов по заданной методике	Анализ оптических измерительных фигураций ЛДИС. Визуализация и терение пространственного распределения тора скорости. Когерентные эффекты в тическом сигнале. Когерентный и когерентный режимы работы ЛДИС. мпенсация низкочастотного пьедестала в леровском сигнале. Лазерный леровский анемометр с адаптивной екцией вектора скорости. Лазерный леровский визуализатор и измеритель поля рости. Назначение лазерных доплеровских терительных систем. Физические нципы, лежащие в основе работы (ЛДИС). тический эффект Доплера. Элементы рии оптических систем ЛДИС в к-о-странстве. Базовые Определение знака рости и перенос спектра доплеровского нала. Селекция вектора скорости в огональном координатном базисе. Оптико-юконные системы ЛДИС. Применение ИС в научных исследованиях. Применение ИС в промышленных технологиях. о-пространственно-временная структура рогластичного оптического сигнала ЛДИС в огерентном режиме. Расчет параметров дирующего поля в координатном и тотном пространствах. Селекция ерентной компоненты фурье-спектра тического сигнала от частицы конечного	Контрольные работы, задания 1-4 РГЗ, задания 3,4	Экзамен, вопросы 10-17

		мера. Структура оптического сигнала в ИС. Оптический сигнал от точечных тиц. Влияние конечного размера сеивающих частиц на структуру когерентной составляющей оптического нала. Фотон-корреляционные методы в ИС.		
--	--	---	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по **дисциплине** проводится в 7 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.12/ПТ, ПК.2/НИ.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 7 семестре обязательным этапом текущей аттестации являются расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)), контрольная работа. Требования к выполнению РГЗ(Р), контрольной работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р), контрольной работы.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ПК.12/ПТ, ПК.2/НИ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра оптических информационных технологий

Паспорт экзамена

по дисциплине «Лазерные доплеровские измерительные системы», 7 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: из приведенного ниже списка выбирается два вопроса. В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФТФ

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Лазерные доплеровские измерительные системы»

1. Вопрос 1
2. Вопрос 2.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись) (дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет *10 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет *20 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, оценка составляет *30 баллов*.

- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, оценка составляет 40 *баллов*.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Лазерные доплеровские измерительные системы»

1. Оптический эффект Доплера.
2. Лазерные доплеровские измерители поля скоростей.
3. Схема ЛДИС с референтным пучком.
4. Принципы обработки сигнала в ЛДИС. Счётно–импульсные системы.
5. Дифференциальная схема.
6. Следящие системы.
7. Инверсно–дифференциальная схема.
8. ЛДИС с когерентной оптической обратной связью.
9. Когерентный и некогерентный режимы работы ЛДИС.
10. Применение п/п лазеров в ЛДИС. Подавление влияния нестабильности длины волны лазерного излучения на результат измерений.
11. Интерференционная модель ЛДИС.
12. Полупроводниковые ЛДИС с самосмещением.
13. Определение знака скорости.
14. Оптические схемы ЛДИС с подавлением низкочастотного пьедестала в доплеровском сигнале.
15. Когерентные эффекты в многочастичном доплеровском сигнале.
16. Прямое и когерентное детектирование оптического сигнала.
17. Построение ортогонального координатно–измерительного базиса ЛДИС. Измерение вектора скорости.
18. Акусто–оптический модулятор бегущей волны.

Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Лазерные доплеровские измерительные системы», 7 семестр

1. Методика оценки

Контрольная работа проводится по темам «Основные оптические измерительные конфигурации ЛДИС», «Пространственно-временная структура одночастотного и многочастотного сигналов ЛДИС»; включает 4 задания. Выполняется письменно.

2. Критерии оценки

Каждое задание контрольной работы оценивается в соответствии с приведенными ниже критериями.

Контрольная работа считается **невыполненной**, если правильно решено меньше двух задач. Оценка составляет **5** баллов.

Работа выполнена на **пороговом** уровне, если правильно решены две задачи. Оценка составляет **10** баллов.

Работа выполнена на **базовом** уровне, если решены по крайней мере три задачи. Оценка составляет **15** баллов.

Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если решены все задачи, приведено подробное решение. Оценка составляет **20** баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за контрольную работу учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Пример варианта контрольной работы

1. Скорость движения источника V_u , длина волны излучения λ , скорость движения наблюдателя V_n . Исследовать в системе наблюдателя зависимость доплеровского сдвига частоты от угла между направления векторов скорости V_u и V_n .

2. Лазерный доплеровский локатор работает в режиме обратного рассеяния на длинах волн $\lambda_1 = 0,55 \text{ мкм}$, $\lambda_2 = 0,63 \text{ мкм}$, $\lambda_3 = 0,8 \text{ мкм}$, $\lambda_4 = 0,10 \text{ мкм}$. Определить для этих длин волн доплеровские сдвиги частоты, соответствующие скорости цели 1 м/с .

3. Обосновать выбор базовой схемы лазерного доплеровского локатора для работы в режиме с подавлением влияния многочастичного рассеяния на результат измерения скорости.

4. Исследовать пространственно-частотную структуру зондирующего поля как функцию длины волны в дифференциальной схеме ЛДИС. Зондирующее поле сформировано пересечением под углом 2θ двух гауссовых пучков, конфокальный параметр которых R_0 .

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Лазерные доплеровские измерительные системы», 7 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты должны выполнить четыре задания.

При выполнении расчетно-графического задания (работы) студенты должны провести анализ объекта диагностирования, выбрать и обосновать диагностические признаки и параметры, разработать алгоритмы диагностирования, выбрать аппаратные средства.

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ(Р), отсутствует анализ объекта, диагностические признаки не обоснованы, аппаратные средства не выбраны или не соответствуют современным требованиям, оценка составляет 5 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ(Р) выполнены формально: анализ объекта выполнен без декомпозиции, диагностические признаки недостаточно обоснованы, аппаратные средства не соответствуют современным требованиям, оценка составляет 10 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны, но не оптимизированы, аппаратные средства выбраны без достаточного обоснования, оценка составляет 15 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны и оптимизированы, выбор аппаратных средств обоснован, оценка составляет 20 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Примерный перечень тем РГЗ(Р)

1. Зондирующее поле дифференциальной схемы лазерного доплеровского локатора пересекается одномерным пуассоновским потоком точечных рассеивающих частиц. Λ – пространственный период структуры зондирующего поля с гауссовой огибающей. Конфокальный параметр лазерных пучков R_0 , число интерференционных полос в области пересечения перетяжек M . Оценить доплеровский сдвиг частоты как среднюю частоту выбросов сигнала за нулевой уровень.
2. В дифференциальной схеме ЛДИС зондирующее поле пересекается оптической неоднородностью с гауссовой огибающей: $s(x, y) = e^{-1/a^2} [(x - vt)^2 + y^2]$. Определить структуру оптического поля в фурье-плоскости приёмного объектива с фокусным расстоянием F . Зондирующее поле сформировано пересечением под углом 2θ двух гауссовых пучков, конфокальный параметр которых R_0 . Биссектриса угла 2θ совпадает с оптической осью приёмного объектива. Амплитуды пучков одинаковы. Определить зависимость структуры оптического сигнала от расстояния z между

плоскостью пересечения перетяжек зондирующих пучков и передней фурье-плоскостью объектива.

3. Зондирующее поле в дифференциальной схеме ЛДИС сформировано гауссовыми пучками. В плоскости перетяжек зондирующее поле пересекается пуассоновским потоком плоских рассеивающих частиц, описываемых функцией $\text{rect}\left\{\frac{2[x - v(t - t_n)]}{d}\right\}$, где v – скорость и d – размер частицы. Определить среднее значение измеренного доплеровского сдвига частоты, если M – число интерференционных полос в плоскости пересечения перетяжек гауссовых пучков, разность частот которых – Ω , а конфокальный параметр R_0 . Для сравнения рассмотреть гомодинный режим работы ЛДИС, когда один из гауссовых пучков является референтным.
4. Исследовать влияние давления зондирующего светового поля на сферическую частицу, радиус которой ρ и масса m в дифференциальной схеме ЛДИС, схеме с референтным пучком и в инверсно-дифференциальной схеме. Частица находится в плоскости перетяжки лазерного пучка, амплитуда которого E_0 . Рассмотреть случаи полностью поглощающей и полностью отражающей частицы.