

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 28 » апреля 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Мониторинг и контроль технологических систем  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** магистратура  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 144 (4)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 24.04.05 Двигатели летательных аппаратов  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Проектирование и конструкция авиационных двигателей и  
энергетических установок  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование у студентов сформировать у студентов представление и понимание о системах мониторинга сложных технических объектов, их назначении, примерах применения, структуре, функционале, технологических аспектах производства.

Задачами изучения дисциплины являются:

- изучение организации и архитектуры систем мониторинга технических объектов, технологических аспектов производства отдельных частей системы мониторинга;
- формирование умения формировать задание на проектирование систем мониторинга технических объектов;
- формирование навыков работы с волоконно-оптическими датчиками физических величин;
- сформировать у студентов умение использовать данные мониторинга для формирования рекомендаций по уменьшению негативных последствий;
- рассмотреть методы и методики мониторинговых исследований различных технологических систем.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- организация и архитектура современных систем мониторинга технических объектов;
- базовые компоненты волоконно-оптических систем мониторинга;
- оптические методы измерения физических величин;
- технологические аспекты производства компонентов волоконно-оптических систем мониторинга.

### 1.3. Входные требования

Для изучения дисциплины требуются знания, умения и навыки, приобретенные при изучении следующих дисциплин: технологическое конструирование технических систем, математическое моделирование и 3-D визуализация, искусственный интеллект и машинное обучение.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.2	ИД-1 ПК-2.2	Знает методики и этапность проведения газодинамических, тепловых и прочностных расчётов процессов в двигателях и энергетических установках летательных аппаратов; физические основы измерения возмущений различной природы с помощью волоконно-оптических датчиков; современное состояние в области волоконно-оптических элементов, пассивных и активных элементов и устройств волоконной и интегральной оптики; физические основы и принципы построения оптических и волоконно-оптических датчиков физических воздействий.	Знает методики и этапность проведения газодинамических, тепловых и прочностных расчётов процессов в двигателях и энергетических установках летательных аппаратов	Собеседование
ПК-2.2	ИД-2 ПК-2.2	Умеет проводить газодинамические, тепловые и прочностные расчёты двигателей и энергетических установок летательных аппаратов и их элементов с использованием аналитических и численных методов исследования, а также на основе мониторинга и контроля технологических систем; планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать результаты опроса прототипов ВОД.	Умеет проводить газодинамические, тепловые и прочностные расчёты двигателей и энергетических установок летательных аппаратов и их элементов с использованием аналитических и численных методов исследования	Индивидуальное задание
ПК-2.2	ИД-3 ПК-2.2	Владеет навыками проведения газодинамических, тепловых и прочностных расчётов двигателей и энергетических установок летательных	Владеет навыками проведения газодинамических, тепловых и прочностных расчётов двигателей и энергетических установок летательных аппаратов и	Дифференцированный зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		аппаратов и их элементов с применением современных программных средств и анализа полученных результатов для принятия технических решений на основе мониторинга и контроля технологических систем; навыками проведения анализа выявленных несоответствий на основании контроля выполнения плана разработки и внедрения технологических процессов и средств технологического оснащения.	их элементов с использованием аналитических и численных методов исследования с применением современных программных средств и анализа полученных результатов для принятия технических решений	
ПК-2.9	ИД-1ПК-2.9	Знает теоретические основы проектирования технологических процессов, методы и способы обеспечения технологичности изготовления; методы планирования и проведения экспериментов; алгоритмы обработки данных с ВОД; программное обеспечение для обработки экспериментальных данных.	Знает теоретические основы проектирования технологических процессов, методы и способы обеспечения технологичности изготовления	Собеседование
ПК-2.9	ИД-2ПК-2.9	Умеет анализировать конструкцию деталей и узлов двигателей летательных аппаратов, проводить мониторинг и контроль технологических систем; анализировать современное состояние в области волоконно-оптических элементов, пассивных и активных элементов и устройств волоконной и интегральной оптики.	Умеет анализировать конструкцию деталей и узлов двигателей летательных аппаратов	Индивидуальное задание

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.9	ИД-3ПК-2.9	Владеет навыками конструирования деталей и узлов двигателей летательных аппаратов с учётом возможностей и ограничений специальных технологических процессов и мониторинга и контроля технологических систем; навыками разработки волоконно-оптических датчиков.	Владеет навыками конструирования деталей и узлов двигателей летательных аппаратов с учётом возможностей и ограничений специальных технологических процессов	Дифференцированный зачет

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		2	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	72	72	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	32	32	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	36	36	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	72	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
2-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Организация и архитектура современных систем мониторинга технических объектов.	8	0	9	15
Назначения и требования к диагностическим системам. Виды и характеристики диагностических систем; системы диагностики на волоконно-оптических принципах.				
Базовые компоненты волоконно-оптических систем мониторинга.	8	0	9	20
Основы оптики; основы волоконно-оптических измерений; основные типы специальных оптических волокон; основы технологии производства оптоволоконна.				
Оптические методы измерения физических величин.	8	0	9	22
Основные типы оптоволоконных компонентов; основы технологии производства оптоволоконных компонентов; основные типы волоконно-оптических чувствительных элементов. Их назначение и их характеристики; основные типы волоконно-оптических чувствительных элементов. Их назначение и их характеристики; типы интерферометров. Основные типы оптоволоконных компонентов; основы технологии производства оптоволоконных компонентов; основные типы волоконно-оптических чувствительных элементов (их назначение и их характеристики); основные типы волоконно-оптических чувствительных элементов (их назначение и их характеристики); типы интерферометров.				
Технологические аспекты производства компонентов волоконно-оптических систем мониторинга.	8	0	9	15
Принципы построения оборудования для обработки сигналов чувствительных элементов; требования к алгоритмам обработки сигналов волоконно-оптических датчиков; построение системы диагностики состояния технических объектов с использованием волоконно-оптических датчиков и линий связи; требования к алгоритмам обработки систем диагностики состояния технических объектов; требования к качеству и надежности систем диагностики состояния технических объектов.				
ИТОГО по 2-му семестру	32	0	36	72
ИТОГО по дисциплине	32	0	36	72

## Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Требования к алгоритмам обработки систем диагностики состояния технических объектов. Требования к качеству и надежности систем диагностики состояния технических объектов.
2	Системы диагностики на волоконно-оптических принципах.
3	Основы оптики. Основы волоконно-оптических измерений.
4	Основные типы специальных оптических волокон. Основы технологии производства оптоволокон.
5	Основные типы оптоволоконных компонентов. Основы технологии производства оптоволоконных компонентов.
6	Основные типы волоконно-оптических чувствительных элементов. Их назначение и их характеристики
7	Основные типы волоконно-оптических чувствительных элементов. Их назначение и их характеристики. Типы интерферометров.
8	Принципы построения оборудования для обработки сигналов чувствительных элементов. Требования к алгоритмам обработки сигналов волоконно-оптических датчиков.
9	Построение системы диагностики состояния технических объектов с использованием волоконно-оптических датчиков и линий связи.
10	Требования к алгоритмам обработки систем диагностики состояния технических объектов. Требования к качеству и надежности систем диагностики состояния технических объектов.

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии и анализ ситуаций и имитационных моделей.

## 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Авиадвигателестроение. Качество, сертификация и лицензирование : учебное пособие / Безъязычный В. Ф., Замятин А. Ю., Замятин В. Ю., Замятин Ю. П. М. : Машиностроение, 2003. 839 с.	30
2	Диагностирование и контроль технологических систем в машиностроении : сборник материалов / Синопальников В. А., Бржовский Б. М., Городецкий М. С., Шумихина Е. М. М. : ИТО, 2008. 239 с.	5
3	Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок. Общие сведения. Основные параметры и требования. Конструктивные и силовые схемы. М. : Машиностроение, 2008. 200 с.	36
4	Ямпольский В. И., Белоконь Н. И., Пилипосян Б. Н Контроль и диагностирование гражданской авиационной техники. Москва : Транспорт, 1990. 183 с. 11,5 усл. печ. л.	6
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Нахапетян Е. Г. Контроль и диагностирование автоматического оборудования. Москва : Наука, 1990. 272 с.	2
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Вестник ПНИПУ. Аэрокосмическая техника. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2012 -.	
2	Вестник ПНИПУ. Машиностроение, материаловедение : журнал. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2012 -.	
3	Материалы XVIII Всероссийской научно-технической конференции Аэрокосмическая техника, высокие технологии и инновации - 2017, г. Пермь, 16-18 ноября 2017 г. Пермь : ПНИПУ, 2017. 301 с. 19,0 усл. печ. л.	1
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	



<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
1	Технология двигателестроения : учебник для вузов / Карунин А. Л., Дашенко О. А., Гладков В. И., Елхов П. Е. 3-е изд., перераб. и доп. Москва : Высш. шк., 2006. 608 с.	20

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Иноземцев А.А., Нихамкин М.Ш., Сандарацкий В.Л. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks128593">https://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks128593</a>	локальная сеть; авторизованный доступ

## 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows 7 (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.03.2022 )
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

## 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки	<a href="http://www.diss.rsl.ru/">http://www.diss.rsl.ru/</a>
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	<a href="https://техэксперт.сайт/">https://техэксперт.сайт/</a>

## **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	ноутбук, проектор	1
Практическое занятие	оборудование цехов, в которых идет осмотр процессов	1

## **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе

**«Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет»**

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации  
по дисциплине «Мониторинг и контроль технологических систем»  
Приложение к рабочей программе дисциплины**

<b>Направление подготовки</b>	15.04.01 «Машиностроение» 24.04.05 «Двигатели летательных аппаратов» 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов» 09.04.02 «Информационные системы и технологии» 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» 15.04.01 «Машиностроение» 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»
<b>Направленность (профиль) образовательной программы:</b>	«Инновационные технологии сварочных процессов и керамические покрытия» «Проектирование и конструкция авиационных двигателей и энергетических установок» «Материаловедение высокотемпературных материалов газотурбинных двигателей» «Информационные системы управления эксплуатацией и ремонтом, удаленным мониторингом и диагностикой, предиктивным техническим обслуживанием двигателей» «Цифровые технологии проектирования систем управления и контроля авиационных двигателей и энергетических установок» «Передовые производственные технологии газотурбинных двигателей» «Перспективные технологии создания конструкций газотурбинных двигателей и мотогондол из композиционных материалов»
<b>Квалификация выпускника:</b>	Магистр
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Курс: 1</b>	<b>Семестр: 2</b>
<b>Трудоёмкость:</b>	
Кредитов по рабочему учебному плану:	4 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144 ч.
<b>Форма промежуточной аттестации:</b>	
Дифференцированный зачет:	2 семестр

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

### 1. Объекты оценивания и виды контроля.

Согласно РПД, освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (2-го семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, и которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (таблица 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и итогового (промежуточной аттестации) контроля при собеседовании, выполнении индивидуальных заданий и дифференцированного зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

**Таблица 1.1.** – Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)	Виды контроля		
	Текущий	Рубежный	Итоговый
	Собеседование	ИЗ	Дифференцированный зачет
<b>Усвоенные знания</b>			
<b>З.1</b> Знает (описано в рабочей программе дисциплины)	С		
<b>Освоенные умения</b>			
<b>У.1</b> Умеет (описано в рабочей программе дисциплины)		ИЗ	
<b>Приобретенные владения</b>			
<b>В.1</b> Владеет (описано в рабочей программе дисциплины)			Дифф. зачет

*С – собеседование; ИЗ – индивидуальное задание..*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде дифференцированного зачета во втором семестре, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

### 2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

– входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

– текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

– промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланчного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

– межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

– контроль остаточных знаний.

### **2.1. Текущий контроль усвоения материала**

Текущий контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, (табл. 1.1) проводится согласно графика учебного процесса, приведенного в РПД, в форме собеседования (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

#### **Типовые вопросы теоретического опроса**

1. Назначения и требования к диагностическим системам.
2. Виды диагностических систем
3. Характеристики диагностических систем
4. Системы диагностики на волоконно-оптических принципах
5. Интерференция и дифракция света.
6. Рассеяние света.
7. Закон Малюса.
8. Исследование амплитудной характеристики фотоэлемента.
9. Поглощение света.
10. Исследование тонкой линзы.
11. Законы геометрической оптики: закон прямолинейного распространения света, закон отражения света от зеркальной поверхности, закон преломления света на границе двух прозрачных сред
12. Построение изображений оптической системой
13. Интерферометр Фабри-Перо
14. Интерферометр Маха-Цендера
15. Принцип работы волоконной брэгговской решетки
16. Назначение и характеристики волоконно-оптических чувствительных элементов.
17. Принципы построения оборудования для обработки сигналов чувствительных элементов
18. Требования к алгоритмам обработки сигналов волоконно-оптических датчиков.
19. Построение системы диагностики состояния технических объектов с использованием волоконно-оптических датчиков и линий связи.
20. Требования к алгоритмам обработки систем диагностики состояния технических объектов.
21. Требования к качеству и надежности систем диагностики состояния технических объектов.

Результаты собеседования по 4-х балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания освоенных умений (табл. 1.1) проводится согласно графика учебного процесса, приведенного в РПД, в форме выполнения

индивидуальных (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

### **2.2.1 Индивидуальное комплексное задание**

Согласно РПД запланировано выполнение индивидуальных заданий после освоения студентами каждого модуля дисциплины.

#### **Типовой вариант ИЗ 1 по модулю 1:**

1. Сварить одномодовое оптическое волокно с помощью сварочного аппарата для оптических волокон. Получить навыки по зачистке полимерного покрытия и скалыванию кварцевого волокна.
2. Собрать установку для демонстрации разложения белого света в спектр. Измерить расстояние от щели до выбранного цвета излучения и от щели до дифракционной решетки. Рассчитать длину волны излучения.
3. Собрать установку для измерения угла поворота поляризации. Сделать водный раствор сахара с концентрацией 0,3 г/мл. Измерить угол поворота поляризации. Постепенно уменьшать концентрацию сахара и измерять изменение угла поворота поляризации. Построить график зависимости угла поворота поляризации от концентрации сахара.
4. Используя листинг программы в среде MatLab создать имитационную модель волоконной решетки Брэгга. Изменять параметры структуры ВБР и отслеживать спектральные изменения. Изменять значение имитации внешнего воздействия на ВБР и отслеживать спектральные изменения. Составить таблицы зависимости спектральных параметров от структуры ВБР и внешнего воздействия.
5. Собрать лабораторную установку. Для 3, 2 и 1 витков чувствительного контура датчика тока проводить измерения вращения плоскости поляризации на системе Adamant. Величины рабочих напряжений от 40 до 220 В переменного тока с частотой 50 Гц в проводнике, создающем магнитное поле в чувствительном контуре, изменять с шагом 20 В. Построить график зависимости измеренной величины тока от действительного значения (показания амперметра). Рассчитать абсолютную погрешность измерения.

#### **Типовой вариант ИЗ 2 по модулю 2:**

1. Собрать схему опроса датчика температуры. Поместить датчик в термокамеру. Снять отраженный спектр ВБР при комнатной температуре. Повышать температуру с шагом 10°C до 65°C, на каждой температуре снимать спектр ВБР. Рассчитать центральную длину волны при каждой температуре. Построить график зависимости центральной длины волны от температуры. Рассчитать коэффициент чувствительности датчика.
2. Собрать схему опроса датчика деформации. Поместить датчик между валами разрывной машины. Снять отраженный спектр ВБР при нулевой деформации. Увеличивать расстояние между валами разрывной машины с шагом 300мкм до 1200мкм, снимать спектр ВБР на каждой точке удлинения. Рассчитать центральную длину волны для всех контрольных точек удлинения. Построить график зависимости центральной длины волны от удлинения. Рассчитать коэффициент чувствительности датчика.
3. Собрать схему опроса датчика давления. Создать избыточное давление 1.2 Бар в камере малого объема. Снять отраженный спектр интерферометра Фабри-Перо. Снижать избыточное на одну цену деления манометра и фиксировать спектр отражения. Рассчитать длину волны рабочей точки интерферометра для каждого измерения. Построить график зависимости центральной длины волны отражения от избыточного давления. Рассчитать коэффициент чувствительности датчика.
4. Приварить пигтейл к катушке одномодового оптического волокна. Снять рефлектограмму. Приварить вторую катушку одномодового волокна к свободному концу первой катушки. Снять рефлектограмму. Провести анализ места сварного

- соединения на рефлектограмме. Создать петлю диаметром 4см на расстоянии 2 метров от сварного соединения. Снять рефлектограмму. Провести анализ рефлектограммы.
5. Собрать схему опроса датчика деформации. Закрепить балку равного сопротивления с ВБР на монтажном столе. Снять отраженный спектр ВБР при нулевой деформации. Нагружать балку эталлонными грузиками (1, 2 и 3 Н), рассчитывать величину деформации по прогибу балки и фиксировать спектр отражения ВБР. Для изменения знака деформации необходимо перевернуть и закрепить балку. Построить график зависимости длины волны от воздействующей деформации. Рассчитать коэффициент чувствительности ВБР при сжатии и растяжении.

Результаты защиты индивидуальных заданий по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты индивидуального комплексного задания приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска является положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация по дисциплине, согласно РПД, проводится в виде дифференцированного зачета.

#### **2.3.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания**

Промежуточная аттестация проводится в форме

Дифференцированного зачета. Дифференцированный зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.3.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания**

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде дифференцированного зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит 2 теоретических вопроса (ТВ) для проверки усвоенных знаний и практическое задание (ПЗ) для проверки освоенных умений и приобретенных владений всех заявленных компетенций. Форма аттестационного испытания (билета) представлена в общей части ФОС образовательной программы.

##### **2.3.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине**

###### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Назначение и виды волоконно-оптических измерений
2. Методы и средства измерения затухания
3. Методы и средства измерения полосы пропускания и дисперсии оптических волокон
4. Основные типы специальных оптических волокон
5. Связь между назначением и характеристиками оптического волокна, сферы применения основных типов специальных оптических волокон
6. Основы технологии производства оптоволокна
7. Основные типы оптоволоконных компонентов.
8. Основы технологии производства оптоволоконных компонентов
9. Основные типы волоконно-оптических чувствительных элементов.

**Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений и владений:**

1. Поместить датчик температуры в термокамеру. Снять отраженный спектр ВБР при комнатной температуре. Повышать температуру с шагом 10°C до 65°C, на каждой температуре снимать спектр ВБР. Рассчитать центральную длину волны при каждой температуре. Построить график зависимости центральной длины волны от температуры. Рассчитать коэффициент чувствительности датчика.
2. Поместить датчик деформации между валами разрывной машины. Снять отраженный спектр ВБР при нулевой деформации. Увеличивать расстояние между валами разрывной машины с шагом 300мкм до 1200мкм, снимать спектр ВБР на каждой точке удлинения. Рассчитать центральную длину волны для всех контрольных точек удлинения. Построить график зависимости центральной длины волны от удлинения. Рассчитать коэффициент чувствительности датчика.
3. На схеме опроса датчика давления создать избыточное давление 1.2 Бар в камере малого объема. Снять отраженный спектр интерферометра Фабри-Перо. Снижать избыточное на одну цену деления манометра и фиксировать спектр отражения. Рассчитать длину волны рабочей точки интерферометра для каждого измерения. Построить график зависимости центральной длины волны отражения от избыточного давления. Рассчитать коэффициент чувствительности датчика.

#### **2.3.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения при зачете**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций**

#### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.