



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)**

«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП

Кульчин Ю.Н.  
(подпись) (Ф.И.О. рук. ОП)  
« 31 » августа 2021г.

«УТВЕРЖДАЮ»  
Заведующий Базовой кафедрой  
«Фотоника и цифровые лазерные технологии»  
(название кафедры)

Кульчин Ю.Н.  
(подпись) (Ф.И.О. зав. каф.)  
« 31 » августа 2021г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Методы и техника современного физического эксперимента

**Направление подготовки 12.04.01 Приборостроение**

магистерская программа «Цифровые лазерные технологии, оптоволоконные сети»

**Форма подготовки очная**

курс 1 семестр 1

лекции 18 час.

практические занятия 18 час.

лабораторные работы 18 час.

в том числе с использованием МАО лек. \_\_\_\_\_ /пр. \_\_\_\_\_ /лаб. \_\_\_\_\_ час.

всего часов аудиторной нагрузки 54 час.

в том числе с использованием МАО \_\_\_\_\_ час.

самостоятельная работа 54 час.

в том числе на подготовку к экзамену 0 час.

контрольные работы (количество)

курсовая работа / курсовой проект \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ семестр

зачет 1 семестр

экзамен \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 22 сентября 2017 г № 957 / образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом ректора от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

Рабочая программа обсуждена на заседании Базовой кафедры Фотоники и цифровых лазерных технологий ПИ ДВФУ протокол № 12 от « 31 » августа 2021 г.

Заведующий кафедрой академик РАН Кульчин Ю.Н.

Составитель (ли): д.ф.-м.н. Цуканов Д.А.

**Оборотная сторона титульного листа РПД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Ю.Н. Кульчин  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Ю.Н. Кульчин  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## **Аннотация к рабочей программе дисциплины «Методы и техника современного физического эксперимента»**

Дисциплина разработана для студентов, обучающихся по направлению подготовки 12.04.01 «Приборостроение», магистерская программа «Цифровые лазерные технологии, оптоволоконные сети», в соответствии с требованиями ФГОС ВО 3++, входит в Блок 1 Дисциплины (модули) учебного плана, в часть ОПОП, формируемую участниками образовательных отношений, и является обязательной дисциплиной (Б1.В.07).

Для освоения дисциплины студенты должны знать общую физику, теоретическую физику, электродинамику, физическую и прикладную оптику, а также высшую математику.

В дисциплине «Методы и техника современного физического эксперимента» изучаются вопросы, связанные с освоением различных методик проведения физического эксперимента, последующего анализа и обработки результатов измерений, а также представлений об оформлении отчетной документации в соответствии с государственными стандартами.

**Цель курса:** дать представление о методах проведения физических экспериментов в лабораторных условиях, методах анализа и обработки результатов физических измерений, подготовить будущих специалистов к грамотному применению полученных знаний и дальнейшему углубленному изучению специальной литературы по отдельным вопросам, касающимся методов и техники физического эксперимента.

**Задачи дисциплины:**

- получение базовых представлений о методике эксперимента;
- получение знаний об основных методах и технике проведения физических экспериментов;
- овладение методами статистического расчета и экспериментального исследования основных физических эффектов.

Для успешного изучения дисциплины «Методы и техника современного физического эксперимента» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий (УК-1);
- способен определить и реализовать приоритеты собственной деятельности и способы её совершенствования на основе самооценки (УК-6).

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции:

Задача профессиональной деятельности	Объекты или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Основание (ПС, анализ иных требований, предъявляемых к выпускникам)
<b>Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский</b>				
<p>Научные исследования в области оптического приборостроения, оптических материалов и технологий</p> <p>Научные исследования в области приборостроения, конструкционных материалов и технологий.</p>	<p>физические явления преобразования энергии и информации, волновые поля (геометрический и интерференционный подход), дифракционные, поляризационные и другие, включая корпускулярные, эффекты; электронно-механические, магнитные, электромагнитные, оптические, теплофизические, акустиче-</p>	<p>ПК-3 - способность провести экспериментальные исследования, измерения по заданным методикам с выбором технических средств и обработкой результатов</p>	<p>ПК-3.1. – знает методы и средства планирования и организации исследований и разработок, методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации.</p> <p>ПК-3.2. - умеет грамотно проводить измерения различных параметров лазерного излучения.</p>	<p>29.004 Специалист в области проектирования и сопровождения производства оптоэлектронных приборов и комплексов Анализ опыта</p>

	ские, акустооптические, радиационные и другие методы контроля и измерений.			
--	--	--	--	--

Код индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)	
ПК-3.1. ПК-3.2.	знает	особенности генерации излучения лазерами; • характеристики и свойства оптического излучения; • типы и характеристики лазерных и оптико-электронных приборов; • элементную базу лазерной техники; • методы оптических измерений; • методики расчёта оптических систем лазерных и оптико-электронных приборов и оборудования; • стандартные языки программирования; • стандартные системы автоматизированного проектирования оптических систем; • стандартные и специальные пакеты математического моделирования
	умеет	определяет выходные параметры и функции разрабатываемых приборов, узлов и элементов лазерных приборов и технологий для заданных условий и режимов эксплуатации; • анализирует условия и результаты взаимодействия лазерного излучения с материалами и средами; • составляет план экспериментальных исследований; • выбирает элементную базу для проведения экспериментальных исследований и измерений; • выбирает методы для проведения экспериментальных исследований измерений; • выбирает систему автоматизированного проектирования для проведения моделирования и расчёта; • применяет информационные ресурсы и компьютерные технологии для моделирования лазерных приборов и систем; • обрабатывает и проводит анализ результатов исследований и измерений; • работает с научно-технической литературой и информацией

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине могут являться:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
ЛР	Лабораторные работы
ПЗ	Практические занятия
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 часов (3 зачётные единицы) для Блока 1. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (18 часов), практические занятия (18 часов), лабораторные работы (18 часов) и самостоятельная работа студента (54 часа). Дисциплина реализуется на 1 курсе в 1 семестре. Форма промежуточной аттестации – зачет.

#### Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Формы промежуточной аттестации, текущего контроля успеваемости
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР	Контроль	
1	Методы и техника современного физического эксперимента	1	18	18	18	0	54	0	зачет
	Итого:		18	18	18	0	54	0	108

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Методы и техника современного физического эксперимента» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения: проблемно-ориентированное обучение, консультирование, рейтинговый метод.

## I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

*Содержание теоретической части курса разбивается на разделы, темы.*

## **Раздел I. Методы физического эксперимента (6 час.)**

### **Тема 1. Классические методы физического эксперимента и их эволюция (4 час.)**

Великие и решающие эксперименты в физике. Наиболее распространенный парк приборов, набор стандартных методик для измерений в лабораториях и их изменение со временем. Приборы и методики на основе особо точных измерений: g-метр, глобальная навигационная система, лазерный гироскоп, астрорадиоинтерферометрия, лазерные фотосчитыватели и фотопостроители голографических изображений. Примеры современных достижений экспериментальной физики: лазеры, голография, ЯМР-томография, туннельный микроскоп, молекулярно-лучевая эпитаксия, сверхрешетки, взрывной синтез алмазов, высокотемпературная сверхпроводимость.

### **Тема 2. Методы физического анализа (2 час.)**

Микроскопия: оптический, электронный, сканирующий микроскоп. Туннельный и автоионный микроскопы. Изотопная хронология. Метод изотопных индикаторов. Дифракционный и резонансный структурный анализ. Методы анализа поверхности. Рентгеновский микроанализ. Рентгеновская и оптическая спектроскопия. Масс-спектроскопия. Люминесцентный анализ. Радиочастотная, оптическая и акустическая локация. Радиография. Комбинационное рассеяние света.

## **Раздел II. Физические величины и обработка результатов эксперимента (6 час.)**

### **Тема 3. Физические величины. Прямые и косвенные измерения. (2 час.)**

Единицы измерения физических величин. Основные и производные единицы. Эталоны. Противоречивые требования к стандарту времени. Шкалы UTC. Предпосылки создания единого эталона времени - длины. Шкалы порядков величин для объектов, существующих в природе.

#### **Тема 4. Методы измерения физических величин. (2 час.)**

Длина, время, масса. Скорость, ускорение, сила. Температура, теплота, давление. Напряжение, сила тока, напряженность электрического и магнитного поля. Световой поток, яркость, освещенность. Особенности световых измерений, связанные со свойством глаза. Ввод и вывод изображений. Сканирующие фотоприемники - линейки, матрицы. Жидкокристаллические панели. Шкалы порядков величин, доступных для измерения различными методами.

#### **Тема 5. Методы обработки экспериментальных данных. (2 час.)**

Ошибки измерений: случайные и систематические. Промахи. Статистическая обработка данных. Эмпирический стандарт и стандартная ошибка среднего. Доверительный интервал. Распределение Стьюдента. Отбрасывание данных. Критерий Шовене. Сложение ошибок. Метод наименьших квадратов.

#### **Раздел III. Подготовка физического эксперимента. (6 час.)**

#### **Тема 6. Методы создания необходимых физических условий на экспериментальных установках (2 час.).**

Высоковакуумная техника и техника высоких давлений. Высокие и низкие температуры. Техника высоких скоростей и высоких плотностей энергии. Энергосиловая часть установки. Преобразователи электрической энергии. Высоковольтная и сильноточная техника. Источники электромагнитного излучения. Предельные значения физических величин, достижимые в экспериментальных установках. Влияние измерительных приборов и устройств на режим работы изучаемой системы.

#### **Тема 7. Современные методы проведения экспериментов. (4 час.)**

Исследование кристаллической структуры поверхности монокристаллических подложек в сверхвысоком вакууме. Исследование электронной структуры топологических изоляторов. Измерение поверхностной проводимости. Исследование сверхпроводимости в двумерных атомарных слоях, прямые и косвенные

экспериментальные методы. Измерение фотоэлектрических характеристик поверхности и приборных структур.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **I. Лабораторные работы (18 час.)**

#### **Лабораторная работа 1. Основы сверхвысоковакуумной техники. Подготовка поверхности образца. Напыление пленок. (6 час.)**

- 1) Проработка теоретических вопросов по теме лабораторной работы.
- 2) Постановка задач и выполнение практической части лабораторной работы.
- 3) Обработка результатов, составление отчета, защита лабораторной работы.

#### **Лабораторная работа 2. Методы исследования поверхности. Дифракция медленных электронов. (6 час.)**

- 1) Проработка теоретических вопросов по теме лабораторной работы.
- 2) Постановка задач и выполнение практической части лабораторной работы.
- 3) Обработка результатов, составление отчета, защита лабораторной работы.

#### **Лабораторная работа 3. Методы исследования электрофизических характеристик. Поверхностная проводимость. (6 час.)**

- 1) Проработка теоретических вопросов по теме лабораторной работы.
- 2) Постановка задач и выполнение практической части лабораторной работы.
- 3) Обработка результатов, составление отчета, защита лабораторной работы.

### **II. Практические занятия (18 час.)**

### **Занятие 1. Основы сверхвысоковакуумной техники (4 час.)**

- 1) Основные понятия вакуумной и сверхвысоковакуумной техники.
- 2) Принцип действия механического, сорбционного, магниторазрядного насоса.

### **Занятие 2. Криогенная техника (4 час.)**

- 1) Методы получения низких и сверхнизких температур.
- 2) Изменение физических параметров исследуемых объектов при понижении температуры.

### **Занятие 3. Дифракционные методы анализа поверхности (4 час.)**

- 1) Ознакомление с принципом действия, режимами работы и основными характеристиками электронного дифрактометра.
- 2) Обработка результатов дифракции. Обратная решетка.

### **Занятие 4. Методы измерения электрофизических характеристик полупроводниковых подложек (2 час.)**

- 1) Ознакомление с устройством и функционированием измерительной системы на основе четырехзондового метода.
- 2) Расчеты электрофизических характеристик.

### **Занятие 5. Основы туннельной микроскопии (2 час.)**

- 1) Теория и устройство сканирующей туннельной микроскопии.
- 2) Основные режимы работы сканирующего туннельного микроскопа.

### **Занятие 6. Основы фотоэлектронной и рентгеновской спектроскопии (2 час.)**

- 1) Теория и устройство фотоэлектронной и рентгеновской спектроскопии.
- 2) Основные режимы работы фотоэлектронной и рентгеновской спектроскопии.

### **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Методы и техника современного физического эксперимента» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### **IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА**

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

### **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **Основная литература**

#### **Раздел I. Методы физического эксперимента**

1. Соснин, Э.А. Методология эксперимента: учебное пособие / Э. А.

Соснин, Б. Н. Пойзнер. - Москва: Инфра-М, 2017. – 161 с. -

Научная библиотека ДВФУ:

<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:841841&theme=FEFU>

2. Старовиков, М.И. Введение в экспериментальную физику: учебное

пособие / М. И. Старовиков. - Санкт-Петербург: Лань, 2018. – 235 с. -

Научная библиотека ДВФУ:

<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:281690&theme=FEFU>

3. Позднякова, С. А. Теория и техника современного физического эксперимента: учебно-методическое пособие / С. А. Позднякова, И. Ю. Денисюк. — Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2018. — 76 с. — ISBN 2227-8397. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/68177.html>
4. Капица, П. Л. Эксперимент. Теория. Практика: статьи, выступления / П. Л. Капица. - Москва: Наука, 1974. - 287 с. - Научная библиотека ДВФУ: <https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:58494&theme=FEFU>

## **Раздел II. Физические величины и обработка результатов эксперимента**

1. Черевко, А. Г. Расчет неопределенности результатов измерений в физическом эксперименте: практикум / А. Г. Черевко. — Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2018. — 73 с. — ISBN 2227-8397. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/54797.html>
2. Идье, В. Статистические методы в экспериментальной физике / [В. Идье, Д. Драйард, Ф. Джеймс и др.]; пер. с англ. В. С. Курбатова. - Москва: Атомиздат, 2016. - 335 с. - Научная библиотека ДВФУ: <https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:61554&theme=FEFU>
3. Наумчик, В.Н. Наглядность в демонстрационном эксперименте по физике: (Эргоном. подход) / В. Н. Наумчик, А. М. Саржевский. - Минск: Изд-во БГУ, 2019. - 96 с. - Научная библиотека ДВФУ: <https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:305905&theme=FEFU>
4. Данилевич, В.В. Временные измерения в физическом эксперименте / В. В. Данилевич, А. Ф. Чернявский. - Москва: Энергоатомиздат, 2019.

– 101 с. - Научная библиотека ДВФУ:

<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:49366&theme=FEFU>

5. Зажигаев, Л.С. Методы планирования и обработки результатов физического эксперимента / Л. С. Зажигаев, А. А. Кишьян, Ю. И. Романиков. - Москва: Атомиздат, 2019. – 231 с. - Научная библиотека ДВФУ: <https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:64346&theme=FEFU>
6. Гришин, В.К. Математическая обработка и интерпретация физического эксперимента / В. К. Гришин, Ф. А. Живописцев, В. А. Иванов. - Москва: Изд-во Московского университета, 2020. – 318 с. - Научная библиотека ДВФУ:  
<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:55917&theme=FEFU>

### **Раздел III. Подготовка физического эксперимента**

1. Оура, К. Введение в физику поверхности / К. Оура, В. Г. Лифшиц, А. А. Саранин [и др.]; [отв. ред. В. И. Сергиенко]; Российская академия наук, Дальневосточное отделение, Институт автоматизации и процессов управления. - Москва: Наука, 2016. – 490 с. - Научная библиотека ДВФУ: <https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:248486&theme=FEFU>
2. Автоматизация физических исследований и эксперимента: компьютерные измерения и виртуальные приборы на основе LabVIEW7/ Под ред. Бутырина П.А. – М.: ДМК Пресс, 2015. -264 с.  
<https://lib.dvfu.ru:8543/lib/item?id=chamo:55917&theme=FEFU>
3. Фейнман, Р. Фейнмановские лекции по физике: пер. с англ. / Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс. – Москва: Мир, 2020. – 196 с. – Библиотека ДВФУ: <https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:324799&theme=FEFU>

### **Дополнительная литература**

*(печатные и электронные издания)*

1. Курепин В.В., Баранов И.В. Обработка экспериментальных данных: Метод. указания к лабораторным работам для студентов 1, 2 и 3-го курсов всех спец. / Под ред. В.А. Самолетова. - СПб.: СПбГУНиПТ, 2018. - 57 с.  
<http://window.edu.ru/resource/124/62124>
2. Пустовалов Г.Е. Погрешности измерений: Методическая разработка по общему физическому практикуму. - М.: Физический факультет МГУ, 2019 - 17 с. <http://window.edu.ru/resource/193/39193>
3. Лабквская Р. Метрология и электрорадиоизмерения / Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики. - 2018. Онлайн курс:  
<https://www.intuit.ru/studies/courses/3442/684/info>
4. Николаев М. Метрология, стандартизация, сертификация и управление качеством / Национальный открытый университет ИНТУИТ:  
<https://www.intuit.ru/studies/courses/695/551/info>

**Рекомендуемые ресурсы сети Интернет, цифровые сервисы и программы,  
необходимые для освоения дисциплины**

1) Информационно-справочные системы:

- КиберЛенинка – научная электронная библиотека  
<https://cyberleninka.ru/>
- Библиотека ДВФУ <https://elib.dvfu.ru>
- Библиотека ДВО РАН <https://cnb.dvo.ru>
- Википедия – свободная энциклопедия <https://wikipedia.org>
- Электронно-библиотечная система IPRbooks  
<http://www.iprbookshop.ru/>
- Образовательная платформа «Юрайт» <https://urait.ru/>

2) Электронно-библиотечные и научно-поисковые системы

- Научная электронная библиотека «Elibrary» <http://elibrary.ru/>
- Web of Science <http://wokinfo.com/>
- Scopus <http://www.scopus.com/>

- Google Scholar <http://scholar.google.com/>

### 3) Профессиональные базы данных:

- База научных публикаций по физике поверхности НТЦ ИАПУ ДВО РАН [www.dvo.ru/ntc/research](http://www.dvo.ru/ntc/research)
- Коллекция изображений двумерных решеток кристаллической поверхности НТЦ ИАПУ ДВО РАН [www.dvo.ru/ntc/research](http://www.dvo.ru/ntc/research)

### 4) Программы и дистрибутивы:

- LEEDPat v.4: <https://www.fhi.mpg.de/958975/LEEDpat4>
- SPIP 6.7.9: <https://www.softpedia.com/get/Science-CAD/SPIP.shtml>
- OriginPro (21 Day Trial):  
<https://www.originlab.com/demodownload.aspx>
- SPM Scala (Matrix V.3.2): <https://scientaomicron.com/Downloads>
- PyARPES package: <https://pypi.org/project/arpes/>

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

VII. При освоении данной дисциплины основную роль играют аудиторные занятия в виде лекций, лабораторных работ и практических занятий, а также самостоятельная работа студентов, заключающаяся в выполнении домашнего задания и изучении прослушанного материала. При реализации дисциплины применяются следующие образовательные технологии: групповые занятия, презентации, обсуждения, в том числе с применением цифровых образовательных ресурсов: дистанционные образовательные технологии, мультимедийные презентации, программы обработки экспериментальных данных. Для того, чтобы осветить современное состояние экспериментальной физики, в программе предусмотрено широкое использование современных научных работ и публикаций по данной теме и посещение лабораторий ИАПУ ДВО РАН. Рекомендуется посещение студентами научных семинаров и конференций ДВФУ и ИАПУ ДВО РАН, а также в других университетах и институтах.

Самостоятельная работа включает освоение цифровых образовательных инструментов, ресурсов.

## **VIII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Учебная дисциплина обеспечена учебно-методической документацией и материалами. Ее содержание представлено в локальной сети кафедры и находится в режиме свободного доступа для студентов. Помещения для аудиторных занятий, предусмотренных программой магистратуры, представляют собой учебные аудитории, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин. Доступ студентов для самостоятельной подготовки осуществляется через компьютеры дисплейного класса (в стандартной комплектации) с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронным сервисам университета. ВУЗ обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав определяется в рабочих программах дисциплин и обновляется по мере необходимости). Обучающимся обеспечивается доступ (в том числе удаленный доступ) к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин и обновляется по мере необходимости.

Для проведения лабораторных работ используются сверхвысоковакуумная установки:

- RIBER DEL-300. Основные методы исследования – дифракция медленных электронов, четырехзондовый метод измерения удельного сопротивления.
- Scienta 3000 Omicron. Основные методы исследования – сканирующая туннельная микроскопия, ультрафиолетовая спектроскопия с угловым разрешением.

Для проведения практических работ и обработки результатов экспериментов используются прикладные программные пакеты, позволяющие работать с экспериментальными данными: LEEDPat, SPIP, Origin Pro, Scala SPM, PyARPES.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

---

**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине**

**«Методы и техника современного физического эксперимента»**

**Направление подготовки 12.04.01 Приборостроение**

**Магистерская программа «Цифровые лазерные технологии, оптоволоконные  
сети»**

**Форма подготовки очная**

**Владивосток**

**2022**

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	01.09-14.09	Задание 1	6	ПР-1, ПР-7
2	15.09-30.09	Задание 2	6	ПР-1, ПР-7
3	01.10-15.10	Задание 3	6	ПР-1, ПР-7
4	16.10-31.10	Задание 4	6	ПР-1, ПР-7
5	01.11-15.11	Задание 5	6	ПР-1, ПР-7
6	06.11-30.11	Задание 6	6	ПР-1, ПР-7
7	01.12-10.12	Задание 7	6	ПР-1, ПР-7
8	11.12-20.12	Задание 8	6	ПР-1, ПР-7
9	21.12-31.12	Задание 9	6	УО-3
		<b>Всего</b>	<b>54</b>	

ПР-1 – тест, ПР-7 – конспект, УО-3 – доклад, сообщение (см. Положение о фондах оценочных средств образовательных программ высшего образования – программ бакалавриата, специалитета, магистратуры ДВФУ №12-13-850 от 12.05.2015)

### Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Самостоятельная работа студентов состоит в подготовке к лабораторным и практическим занятиям, поиске, обработке и систематизации научно-технической информации по теме задания, работе над рекомендованной литературой и лекционными материалами по выполненным конспектам, выполнении дополнительных заданий преподавателя, написании докладов, подготовке презентаций в Microsoft PowerPoint по теме практического занятия. Необходимым условием для самостоятельной работы является освоение цифровых

образовательных инструментов, ресурсов, позволяющие применять технологии электронного обучения по темам, предложенным для самостоятельного изучения. Предлагаемые задания позволят сформировать у обучающихся способность к самостоятельной профессиональной деятельности, коммуникациям, в том числе в условиях удаленной работы. Для поиска, обработки и систематизации научно-технической информации предлагается изучать материалы сайтов профильных организаций, справочно-библиотечных ресурсов, профессиональных баз данных и других ресурсов Интернета.

## Методические указания к самостоятельной работе студентов

№ задания	Тема задания	Содержание задания
Задание 1	Основные понятия вакуумной и сверхвысоковакуумной техники	Поиск, обработка и систематизация научно-технической информации, содержащейся в открытом доступе, по теме вакуумной и сверхвысоковакуумной техники. Подготовка и представление доклада с электронной презентацией по данной теме, обсуждение сделанных докладов в формате вопросов и ответов.
Задание 2	Методы получения низких и сверхнизких температур	Поиск, обработка и систематизация научно-технической информации, содержащейся в открытом доступе, по теме: методы получения низких и сверхнизких температур. Подготовка и представление доклада с электронной презентацией по данной теме, обсуждение сделанных докладов в формате вопросов и ответов.
Задание 3	Ознакомление с принципом действия, режимами работы и основными характеристиками электронного дифрактометра	Поиск, обработка и систематизация научно-технической информации, содержащейся в открытом доступе, по теме: электронная дифракция. Подготовка и представление доклада с электронной презентацией по данной теме, обсуждение сделанных докладов в формате вопросов и ответов.
Задание 4	Устройство и функционирование измерительной системы на основе четырехзондового метода	Поиск, обработка и систематизация научно-технической информации, содержащейся в открытом доступе, по темам: четырехзондовый метод измерения удельного сопротивления. Подготовка и представление доклада с электронной презентацией по данной теме, обсуждение сделанных докладов в формате вопросов и ответов.

Задание 5	Теория и устройство сканирующей туннельной микроскопии	Поиск, обработка и систематизация научно-технической информации, содержащейся в открытом доступе, по темам: сканирующая туннельная микроскопия, сканирующая туннельная спектроскопия. Подготовка и представление доклада с электронной презентацией по данной теме, обсуждение сделанных докладов в формате вопросов и ответов.
Задание 6	Теория и устройство фотоэлектронной и рентгеновской спектроскопии	Поиск, обработка и систематизация научно-технической информации, содержащейся в открытом доступе, по темам фотоэлектронной и рентгеновской спектроскопии. Подготовка и представление доклада с электронной презентацией по данной теме, обсуждение сделанных докладов в формате вопросов и ответов.
Задание 7	Методы измерения физических величин	Поиск, обработка и систематизация научно-технической информации, содержащейся в открытом доступе, по теме: методы измерения физических величин. Подготовка и представление доклада с электронной презентацией по данной теме, обсуждение сделанных докладов в формате вопросов и ответов.
Задание 8	Методы обработки экспериментальных данных	Поиск, обработка и систематизация научно-технической информации, содержащейся в открытом доступе, по теме: Методы обработки экспериментальных данных. Подготовка и представление доклада с электронной презентацией по данной теме, обсуждение сделанных докладов в формате вопросов и ответов.
Задание 9	Современные методы проведения экспериментов	Подготовка доклада и презентации по общей теме: современные методы проведения экспериментов (конкретные методы выбираются учащимся самостоятельно).



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

---

**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**по дисциплине**

**«Методы и техника современного физического эксперимента»**

**Направление подготовки 12.04.01 Приборостроение**

Магистерская программа «Цифровые лазерные технологии, оптоволоконные  
сети»

**Форма подготовки очная**

**Владивосток**  
**2022**

## Паспорт ФОС

Для успешного изучения дисциплины «Методы и техника современного физического эксперимента» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий (УК-1);
- способен определить и реализовать приоритеты собственной деятельности и способы её совершенствования на основе самооценки (УК-6).

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
<b>ПК-3.</b> Способность провести экспериментальные исследования, измерения по заданным методикам с выбором технических средств и обработкой результатов	<b>ПК-3.1.</b> Знает методы и средства планирования и организации исследований и разработок, методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации
	<b>ПК-3.2.</b> Умеет грамотно проводить измерения различных параметров лазерного излучения

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Классические методы физического эксперимента и их эволюция	<b>ПК-3</b>	знает	УО-1	
			умеет	УО-3	
			владеет	ПР-2	Вопросы к зачету
2	Методы физического анализа	<b>ПК-3</b>	знает	УО-1	
			умеет	УО-3	
			владеет	ПР-2	Вопросы к зачету
3	Физические вели-	<b>ПК-3</b>	знает	УО-1	

	чины. Прямые и косвенные измерения		умеет	УО-3	
			владеет	ПР-2	Вопросы к зачету
4	Методы измерения физических величин	<b>ПК-3</b>	знает	УО-1	
			умеет	УО-3	
			владеет	ПР-2	Вопросы к зачету
5	Методы обработки экспериментальных данных	<b>ПК-3</b>	знает	УО-1	
			умеет	УО-3	
			владеет	ПР-2	Вопросы к зачету
6	Методы создания необходимых физических условий на экспериментальных установках	<b>ПК-3</b>	знает	УО-1	
			умеет	УО-3	
			владеет	ПР-2	Вопросы к зачету
7	Современные методы проведения экспериментов	<b>ПК-3</b>	знает	УО-1	
			умеет	УО-3	
			владеет	ПР-1	Вопросы к зачету

УО-1 – собеседование; УО-2 – коллоквиум; УО-3 – доклад, сообщение; ПР-1 – тест, ПР-4 – реферат (см. Положение о фондах оценочных средств образовательных программ высшего образования – программ бакалавриата, специалитета, магистратуры ДВФУ №12-13-850 от 12.05.2015)

## Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код индикатора достижения компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
ПК-3.1 ПК-3.2	знает (пороговый уровень)	Знает методы и средства планирования и организации исследований и работ, методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации	знание основных характеристик оптических сигналов и их классификацию; знание оптических характеристик материалов; знание физических основ оптических эффектов, используемых для управления оптическими сигналами	способность перечислить основные характеристики оптических сигналов и описать их классификацию; способность дать описание оптических характеристик материалов; способность раскрыть суть физических основ оптических эффектов, используемых для управления оптическими сигналами
	умеет (продвинутый)	Умеет грамотно проводить измерения различных параметров лазерного излучения	умение проводить измерения и исследования различных эффектов, возникающих в оптических волноводах и волокнах при внешнем воздействии по заданной методике	способность проводить измерения и исследования различных эффектов, возникающих в оптических волноводах и волокнах при внешнем воздействии по изученным в курсе методикам

**Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

Оценка представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий и выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Оценка по 5-балльной шкале	Сумма баллов за разделы	Оценка ECTS
5 – «отлично»	90-100	A
4 – «хорошо»	85-89	B
	75-84	C
	70-74	D
3 – «удовлетворительно»	65-69	
	60-64	E
2 – «неудовлетворительно»	Ниже 60	F

Расшифровка уровня знаний, соответствующего кредитно-модульной системе и полученным баллам, дается в таблице указанной ниже

Оценка по 5-балльной шкале – оценка по ECTS	Сумма баллов за разделы	Требования к знаниям на устном зачёте/экзамене
«зачтено»/«отлично» – A	90 ÷ 100	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
«зачтено»/ «хорошо» – D, C, B	70 ÷ 89	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно приме-

		няет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
«зачтено»/ «удовлетворительно» – E, D	60 ÷ 69	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
«не зачтено»/ «неудовлетворительно» – F	менее 60	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

### Критерии оценки (устный ответ)

**100-85 баллов** - если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

**85-76 - баллов** - ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

**75-61 - балл** - оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

**60-50 баллов** - ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

**Критерии оценки (письменного/устного доклада, реферата, сообщения, эссе, в том числе выполненных в форме презентаций):**

**100-86 баллов** выставляется студенту, если студент выразил своё мнение по сформулированной проблеме, аргументировал его, точно определив ее содержание и составляющие. Приведены данные отечественной и зарубежной литературы, статистические сведения, информация нормативно правового характера. Студент знает и владеет навыком самостоятельной исследовательской работы по теме исследования; методами и приемами анализа теоретических и/или практических аспектов изучаемой области. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; графически работа оформлена правильно.

**85-76** - баллов - работа характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не более 1 ошибки при объяснении смысла или содержания проблемы. Для аргументации приводятся данные отечественных и зарубежных авторов. Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет. Допущены одна-две ошибки в оформлении работы.

**75-61** балл - студент проводит достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проблемы; понимает базовые основы и теоретическое обоснование выбранной темы. Привлечены основные источники по рассматриваемой теме. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы, оформлении работы

**60-50** баллов - выставляется студенту, если работа представляет собой пересказанный или полностью переписанный исходный текст без каких бы то ни было комментариев, анализа. Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Допущено три или более трех ошибок в смысловом содержании раскрываемой проблемы, в оформлении работы.

### **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Методы и техника современного физического эксперимента» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

По дисциплине «Методы и техника современного физического эксперимента» предусмотрен следующий вид промежуточной аттестации: зачет. Зачет проводится с использованием оценочных средств устного опроса в форме ответов на вопросы.

### **Список вопросов для зачета**

1. Методы обработки экспериментальных данных.
2. Ошибки измерений: случайные и систематические.

3. Статистическая обработка данных.
4. Эмпирический стандарт и стандартная ошибка среднего.
5. Доверительный интервал. Распределение Стьюдента.
6. Отбрасывание данных. Сложение ошибок.
7. Метод наименьших квадратов.
8. Физические величины.
9. Прямые и косвенные измерения.
10. Единицы измерения физических величин.
11. Основные и производные единицы.
12. Эталоны.
13. Требования к стандарту времени. Шкалы UTC.
14. Шкалы порядков величин для объектов, существующих в природе.
15. Методы измерения физических величин.
16. Физические величины: Длина, время, масса.
17. Физические величины: Скорость, ускорение, сила.
18. Физические величины: Температура, теплота, давление. 19. Физические величины: Напряжение, сила тока, напряженность электрического и магнитного поля.
20. Физические величины: Световой поток, яркость, освещенность.
21. Особенности световых измерений.
22. Шкалы порядков величин, доступных для измерения различными методами.
23. Методы создания необходимых физических условий на экспериментальных установках.
24. Высоковакуумная техника и техника высоких давлений. 25. Высокие и низкие температуры.
26. Техника высоких скоростей и высоких плотностей энергии.
27. Предельные значения физических величин, достижимые в экспериментальных установках.

28. Влияние измерительных приборов и устройств на режим работы изучаемой системы.
29. Работа с импульсными физическими величинами.
30. Накопление, коммутация и передача энергии.
31. Сверхсильные электрические и магнитные поля.
32. Ударные волны.
33. Взаимодействие сфокусированных потоков излучения и частиц с веществом, взрыв, столкновение тел на больших скоростях.
34. Скоростная киносъемка и фотометрия.
35. Модуляция световых потоков.
36. Измерения сверхмалых интервалов времени.
37. Предельно высокие производные физических величин.
38. Проблема борьбы с паразитными сигналами.
39. Электрические шумы и наводки и борьба с ними.
40. Шум сопротивления и дробовой шум тока. Другие виды шумов.
41. Выбор оптимальной полосы пропускания измерительной цепи.
42. Экранирование. Вычитание паразитных сигналов.
43. Многократные измерения с накоплением данных.
44. Синхронное детектирование.
45. Простые электронные схемы, доступные в изготовлении физику-экспериментатору.
46. Методы физического анализа.
47. Микроскопия: оптический, электронный, сканирующий туннельный микроскоп.
48. Дифракционный и резонансный структурный анализ.
49. Методы анализа поверхности.
50. Рентгеновский микроанализ.
51. Рентгеновская и оптическая спектроскопия.
52. Масс-спектроскопия.
53. Люминесцентный анализ.

54. Радиочастотная, оптическая и акустическая локация.
55. Комбинационное рассеяние света.
56. Классические методы физического эксперимента и их эволюция.
57. Великие и решающие эксперименты в физике.
58. Наиболее распространенный парк приборов, набор стандартных методик для измерений в лабораториях и их изменение со временем.
59. Приборы и методики на основе осциллографических измерений.
60. Примеры современных достижений экспериментальной физики: лазеры, голография, ЯМР-томография, туннельный микроскоп, молекулярно-лучевая эпитаксия, сверхрешетки, взрывной синтез алмазов, высокотемпературная сверхпроводимость.
61. Примеры современных достижений экспериментальной физики: лазеры.
62. Примеры современных достижений экспериментальной физики: голография.
63. Примеры современных достижений экспериментальной физики: ЯМР-томография.
64. Примеры современных достижений экспериментальной физики: туннельная микроскопия.
65. Примеры современных достижений экспериментальной физики: молекулярно-лучевая эпитаксия.
66. Примеры современных достижений экспериментальной физики: сверхрешетки.
67. Примеры современных достижений экспериментальной физики: взрывной синтез алмазов.
68. Примеры современных достижений экспериментальной физики: высокотемпературная сверхпроводимость.

### **Оценочные средства для текущей аттестации**

Текущая аттестация студентов по дисциплине «Методы и техника современного физического эксперимента» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Методы и техника современного физического эксперимента» проводится в форме контрольных мероприятий (реферата, тестирования, практической работы) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Для текущего контроля успеваемости проводятся 2-3 аудиторных письменных теста. Тесты включают по 3-6 вопросов закрытого типа (возможны варианты), длительность теста 40-60 минут. Тестирование проводится с помощью тестовой системы INDIGO.

Тестовые вопросы		
Раздел	Вопрос	Правильный ответ
Раздел 1.	<p><b>Вопрос 1.</b></p> <p>Для проверки гипотезы о равенстве двух выборочных средних значений случайной величины, имеющей гауссовский закон распределения, используется:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. критерий Стьюдента;</li> <li>2. критерий Фишера;</li> <li>3. критерий Кохрена</li> <li>4. критерий Пирсона</li> </ol>	1
	<p><b>Вопрос 2.</b></p> <p>При гауссовском законе распределения случайной величины для проверки гипотезы о равенстве двух дисперсий одной и той же случайной величины, в качестве критерия значимости используется:</p>	2

	<p>1. критерий Стьюдента;  2. критерий Фишера;  3. критерий Кохрена  4. критерий Пирсона</p>	
	<p><b>Вопрос 3.</b></p> <p>Для проверки однородности дисперсии полученных экспериментальных значений используют:</p> <p>1. критерий Стьюдента;  2. критерий Фишера;  3. критерий Кохрена  4. критерий Пирсона</p>	3
	<p><b>Вопрос 4.</b></p> <p>Соответствие экспериментального распределения случайной величины предполагаемому теоретическому закону распределения оценивается с помощью:</p> <p>1. критерий Стьюдента;  2. критерий Фишера;  3. критерий Кохрена  4. критерий Пирсона</p>	4
Раздел 2.	<p><b>Вопрос 1.</b></p> <p>Из множества факторов, влияющих на рассеяние выходной величины <math>Y</math>, выбирается один, который, по мнению исследователя, имеет наибольшее влияние на это рассеяние. Чтобы выявить эффект исследуемого фактора, его делят на несколько четко разделимых уровней, а остальные факторы рандомизируют. Это:</p> <p>1. однофакторный дисперсионный анализ;  2. двухфакторный дисперсионный анализ;  3. трехфакторный дисперсионный анализ.</p>	1
	<p><b>Вопрос 2.</b></p> <p>Если <math>F_{расч} &lt; F_{кр}</math>, то делается вывод о том, что:</p> <p>1. результаты эксперимента не противоречат гипотезе об отсутствии эффекта уровней исследуемого фактора;  2. исследуемый фактор вносит существенный эффект в разброс выходной величины <math>Y</math></p>	2
	<p><b>Вопрос 3.</b></p> <p>Построение плана эксперимента по типу латинского квадрата:</p> <p>1. однофакторный дисперсионный анализ;</p>	3

	2. двухфакторный дисперсионный анализ; 3. трехфакторный дисперсионный анализ	
	<b>Вопрос 4.</b>  С помощью каких устройств накачивают лазеры?  1. С помощью бензонасоса; 2. С помощью механических рычагов; 3. С помощью системы оптической, электрической или иной системы накачки.	3
Раздел 3.	<b>Вопрос 1.</b>  Метод выявления наиболее существенных факторов исследуемого процесса, основанный на опросе специалистов, работающих в этой области:  1. метод ранговой корреляции; 2. дисперсионный анализ; 3. методы насыщенных и сверх насыщенных планов	1
	<b>Вопрос 2.</b>  Для проверки согласованности мнений специалистов вычисляют:  1. коэффициент конкордации; 2. критерий Стьюдента; 3. коэффициент Фишера.	1
	<b>Вопрос 3.</b>  Для первоначального построения «грубой модели» исследуемого процесса, отбросив на первом этапе факторы, оказывающее незначительное влияние, используют:  1. метод ранговой корреляции; 2. дисперсионный анализ; 3. методы насыщенных и сверх насыщенных планов	2
	<b>Вопрос 4.</b> Напишите формулы для определения: 1. математического ожидания 2. дисперсии 3. среднего квадратического отклонения;	-
	<b>Вопрос 5.</b>  Что такое статистическая гипотеза и на основании чего ее можно принять или отвергнуть?  _____ _____ _____	-

	<p><b>Вопрос 6.</b></p> <p>Какова общая стратегия исследования при определении факторов, влияющих на процесс?</p> <hr/> <hr/> <hr/>	-
--	---	---

Правильный ответ на вопрос – 10 баллов.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

---

---

**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ\***  
**по дисциплине**  
**«Методы и техника современного физического эксперимента»**  
**Направление подготовки 12.04.01 Приборостроение**  
Магистерская программа «Цифровые лазерные технологии, оптоволоконные  
сети»  
**Форма подготовки очная**

**Владивосток**  
**2022**

*\*При наличии опубликованных методических указаний по дисциплине*