

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор  
по образовательной деятельности



А.А. Панфилов

« 02 » 09 2019г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ТЕОРИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА**

(наименование дисциплины)

Направление подготовки 12.04.05 «Лазерная техника и лазерные технологии»

Профиль/программа подготовки "Твердотельные и полупроводниковые лазерные системы"

Уровень высшего образования Магистратура

Форма обучения Очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточной аттестации (экзамен/зачет/зачет с оценкой)
1	4/144	18	18	-	72	Экзамен (36)
Итого	4/144	18	18	-	72	Экзамен (36)

Владимир 2019

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины Основная цель освоения дисциплины «Теория эксперимента» - формирование у обучающихся понимания научных основ планирования, проведения и обработки результатов эксперимента и получение практических навыков для последующего их использования в профессиональной деятельности.

Задачи:

1. Знакомство с методами интерполяции и экстраполяции данных, построение зависимостей;
2. Освоение статистических методов обработки данных и планирования экспериментов.
3. Освоение возможности их реализации в процессоре Excel и пакете Matlab.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Теория эксперимента» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений, блока Б1 Дисциплины (модули) учебного плана.

Пререквизиты дисциплины. Изучение данной дисциплины проходит в седьмом семестре и опирается на результатах изучения дисциплин: «Математическое моделирование», «Имитационное моделирование», «Теория случайных процессов», «Компьютерное сопровождение научных исследований», «Информационные технологии в профессиональной деятельности».

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
1	2	3
ОПК-2	частичное освоение	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• методы анализа научных данных;</li><li>• методы и средства планирования и организации исследований и разработок;</li><li>• методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации.</li></ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• применять методы проведения экспериментов;</li><li>• оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, в том числе на иностранном языке;</li><li>• анализировать научные данные, результаты экспериментов и наблюдений;</li></ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• навыками составления планов проведения исследований и разработок;</li><li>• навыками сбора, обработки, анализа и обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений;</li><li>• навыками составления отчётов по теме или по результатам проведённых исследований.</li></ul>
ПК-2	частичное освоение	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• методы и средства измерений параметров лазерного излучения;</li><li>• методы математического моделирования в области профессиональной деятельности;</li><li>• требования безопасности при проведении экспериментальных исследований лазерной техники, лазерных опико-электронных приборов и систем;</li></ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• измерять параметры лазерного излучения;</li><li>• разрабатывать модели исследуемых процессов и явлений в области профессиональной деятельности;</li><li>• участвовать в теоретических и экспериментальных</li></ul>

		<p>исследованиях в области лазерной техники и лазерных технологий.</p> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыки целенаправленного планирования экспериментов;</li> <li>• проведения математических и физических экспериментов в области профессиональной деятельности и анализа их результатов;</li> <li>• навыки использования средств автоматизации при проведении экспериментальных исследований.</li> </ul>
--	--	--

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часов

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах)				Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия <sup>1</sup>	Лабораторные работы	СРС		
1	Введение. Статистический анализ данных и принятие решений.	1	1-2	2	2	-	6	1/25%	
2	Численные методы обработки данных эксперимента	1	3-10	8	8	-	32	4/25%	Рейтинг-контроль №1
2.1	Интерполяция и экстраполяция данных	1	3-4	2	2	-	8	1/25%	
2.2	Метод наименьших квадратов	1	5-9	4	4	-	15	2/25%	
2.3	Численное дифференцирование и интегрирование.	1	9-10	2	2	-	9	1/25%	
3	Параметрические и непараметрические методы	1	11-18	8	8	-	34	4/25%	Рейтинг-контроль № 2
3.1	Статистический анализ массива данных. Сравнение выборок	1	11-14	4	4	-	16	2/25%	
3.2	Дисперсионный анализ данных.	1	15-16	2	2	-	9	1/25%	
3.3	Корреляционный анализ данных	1	16-18	2	2	-	9	1/25%	Рейтинг-контроль №3
Всего за <u>1</u> семестр:		1	18	18	18	-	72	9/25%	Экзамен,36
Наличие в дисциплине КИ/КР		-	-	-	-	-	-	-	-
Итого по дисциплине		1	18	18	18	-	72	9/25%	Экзамен,36

#### Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1. Введение. Статистический анализ данных и принятие решений.

Тема 1 Типы экспериментальных данных. Этапы проведения эксперимента.

Содержание темы. Реализация процесса обработки данных с помощью процессора Excel и Matlab.

Применение теоремы Бейеса для принятия решений при планировании эксперимента.

Раздел 2. Численные методы обработки данных эксперимента.

Тема 2.1 Численные методы обработки данных эксперимента.

Содержание темы. Экстраполяция и интерполяция данных с помощью полиномов Лагранжа и Ньютона. Слайн-интерполяция.

Тема 2.2. Метод наименьших квадратов для построения зависимостей. Теорема Гаусса-Маркова. Нормальные уравнения множественной регрессии. Линеаризация нелинейных моделей и множественная регрессия.

Тема 2.3. Методы численного интегрирования и дифференцирования.

Раздел 3 Параметрические и непараметрические методы

Тема 3.1 Статистический анализ массива данных. Сравнение выборок.

Содержание темы. Что такое планирование эксперимента Линейная статическая модель объекта; полный факторный эксперимент; Насыщенные планы. Симплекс; Планы Плаккетта – Бермана

Тема 3.2 Дисперсионный анализ данных.

Содержание темы. Оценивание функционалов; Простейшие оценки функции и плотности распределения вероятности; Метод "К ближайших соседей"; Оценка условной плотности вероятности. Планирование эксперимента при дисперсионном анализе.

Тема 3.3 Корреляционный анализ данных.

Содержание темы. Оценка регрессии; Робастные оценки регрессии; Анализ трендов; Моделирование циклического поведения с помощью ARIMA-процессов Бокса-Дженкинса; Дискретные динамические модели стохастических объектов.

### **Содержание практических/лабораторных занятий по дисциплине**

Раздел 1. Введение. Статистический анализ данных и принятие решений

Тема 1 Статистический анализ в среде Матлаб. Функции и графические средства в среде Матлаб.

Раздел 2. Численные методы обработки данных эксперимента.

с помощью полиномов Лагранжа и Ньютона. Сплайн-интерполяция в среде Матлаб.

Содержание практических занятий.

Тема 2.1 Реализация методов экстраполяции и интерполяции данных эксперимента с помощью полиномов Лагранжа и Ньютона. Сплайн-интерполяция в среде Матлаб..

Содержание практических занятий.

Тема 2.2. Реализация метода наименьших квадратов для построения зависимостей. Нормальные уравнения множественной регрессии. Линеаризация нелинейных моделей и множественная регрессия.

Тема 2.3. Методы численного интегрирования и дифференцирования в Матлаб.

Раздел 3. Параметрические и непараметрические методы.

Тема 3.1 Статистический анализ массива данных. Сравнение выборок.

Содержание темы. Реализация одно и двух факторного методов анализа данных с помощью функций ANOVA-1 и ANOVA-2 в среде Матлаб.

Тема 3.2 Дисперсионный анализ данных.

Содержание темы. Простейшие оценки функции и плотности распределения вероятности; построение гистограммы данных с элементами планирования эксперимента при дисперсионном анализе.

Тема 3.3 Корреляционный анализ данных.

Содержание темы. Оценка качества регрессии; Робастные оценки регрессии с помощью коэффициента корреляции Пирсона и коэффициента детерминации.

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В преподавании дисциплины «Теория эксперимента» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные методы обучения: В преподавании дисциплины «Теория эксперимента» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные методы обучения:

- Групповая дискуссия (лекционные занятия по разделам 1 и 2);
- Разбор конкретных ситуаций (лекционные занятия, выполнение лабораторных работ на данных реальных экспериментов);
- Уровневая дифференциация (контрольные мероприятия, защита лабораторных работ).

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### **а) вопросы рейтинг-контроля:**

#### **Рейтинг-контроль 1**

1. Дать определение эксперимента.
2. Какие вопросы решает планирование эксперимента?
3. Классификация экспериментов.

4. Дайте определение математической модели объекта исследования.
5. Что называют факторами, областью определения факторов?
6. Что называют функцией отклика и поверхностью отклика?
7. Виды математических моделей.
8. Перечислите основные задачи и этапы проведения экспериментальных исследований.
9. Дайте определение параметра оптимизации. Перечислите требования, предъявляемые к параметру оптимизации.
10. Что называют обобщенным параметром оптимизации?
11. Назначение шкалы желательности и кривой желательности.
12. Что называют уровнями факторов и интервалом варьирования факторов?
13. Как зависит количество опытов в эксперименте от числа уровней факторов?
14. Дайте определение факторного пространства.
15. Дайте определение физической величины.
16. Перечислите основные типы физических величин. Дайте характеристику каждому типу.
17. Перечислите методы измерений. Дайте характеристику каждому методу.
18. Что называют погрешностью измерений? Классификация погрешностей.
19. Математическая модель погрешности измерения.
20. Особенности аддитивной и мультипликативной составляющих погрешности измерения.

### Рейтинг-контроль 2

1. Что называют функцией и плотностью распределения случайной величины?
  2. Дайте определение математического ожидания и дисперсии случайной величины.
- Основные законы распределения случайной величины, применяемые при планировании эксперимента. Числовые характеристики этих законов.
4. Дайте определения генеральной совокупности, выборки.
  5. Характеристики точечной оценки и критерии ее качества.
  6. Интервальная оценка и доверительный интервал.
- Что называют статистической гипотезой? Параметрические и непараметрические гипотезы.
8. Что называют уровнем значимости и областью принятия гипотезы?
- Дайте определение статистического критерия. Что называют мощностью критерия?
10. Перечислите этапы проверки гипотезы.
- Что относят к ошибкам первого и второго рода и какова вероятность их совершить?
12. Задача, решаемая при проверке гипотезы о законе распределения.
  13. Роль критерия Пирсона при проверке гипотезы о законе распределения.
- Какие статистические критерии применяются при проверке параметрических гипотез?
15. Выборочные средние, порядок их проверки.
  16. Выявление грубых погрешностей с использованием параметрических гипотез.
  17. Задачи, решаемые в дисперсионном анализе.
  18. Дать характеристику межгрупповой и внутригрупповой дисперсии. Дисперсионное отношение.
  19. Какая параметрическая гипотеза принимается в качестве нулевой при дисперсионном анализе?
- Порядок проверки этой гипотезы.
20. Какое вероятностное распределение применяют для проверки гипотезы в дисперсионном анализе? Перечислите его числовые характеристики.

### Рейтинг-контроль 3

1. Дать определение статистической и функциональной связи.
2. Что называют корреляционной связью? Какие задачи решает корреляционно-регрессионный анализ?
3. Перечислите причины возникновения корреляционной связи между признаками.
4. В чем заключается суть метода наименьших квадратов?
5. Дайте определение коэффициента корреляции.
6. Перечислите основные этапы изучения корреляционной зависимости. Какие задачи решаются на каждом этапе?
7. Как зависит число опытов от вида принимаемой математической модели?
8. Чем можно объяснить широкое распространение полиномиальных моделей?
9. Дать определение полного факторного эксперимента.
10. Что характеризуют  $\beta$ -коэффициенты? Способы проверки значимости  $\beta$ -коэффициентов.
11. Перечислите этапы планирования и реализации полного факторного эксперимента.
12. Геометрическое представление планов типа  $2k$ .

13. Как происходит формирования матрицы планирования экспериментов? Постройте матрицу планирования для планов  $2^2; 2^3; 2^4$ .
14. Свойства матрицы планирования полного факторного эксперимента. Как и для чего проводится проверка однородности дисперсии параллельных опытов?
15. Что означает понятие «воспроизводимость эксперимента»?
16. Какой метод применяется при расчете коэффициентов уравнения регрессии? Запишите формулу расчета  $b$ -коэффициентов.
17. Что называют взаимодействием факторов и как оно учитывается при планировании полного факторного эксперимента? Как определяется число возможных взаимодействий факторов?
18. Что называют взаимодействием первого, второго, третьего и т.д. порядка?
19. Как и для чего проводится проверка адекватности уравнения регрессии?
20. Что называют дробным факторным экспериментом?
21. Дайте определение дробной реплики полного факторного эксперимента.
22. Порядок планирования дробного факторного эксперимента.
23. Какие планы называют насыщенными?
24. Явление смешивания оценок  $\beta$ -коэффициентов в дробном факторном эксперименте.

**б) примерные вопросы к экзамену**

1. Определение эксперимента. Какие вопросы решает планирование эксперимента? Классификация экспериментов. Определение математической модели объекта исследования. Факторы и область определения факторов.
2. Функция отклика и поверхность отклика.
3. Виды математических моделей. Этапы проведения эксперимента. Основные задачи эксперимента.
4. Параметры оптимизации. Требования, предъявляемые к параметру оптимизации. Обобщенный параметр оптимизации.
5. Уровни факторов и интервал варьирования факторов. Зависимость количества опытов в эксперименте от числа уровней факторов. Требования, предъявляемые к факторам.
6. Факторное пространство и физическая величина. Основные типы физических величин.
7. Методы измерений физических величин и их характеристики. Погрешность измерений. Классификация погрешностей по форме выражения, по характеру поведения во времени, по причине возникновения.
8. Математическая модель погрешности измерения. Особенности аддитивной и мультипликативной составляющих погрешности измерения. Правила округления числовых значений результата измерения.
9. Функция распределения и плотность вероятности случайной величины. Свойства плотности вероятности. Определение математического ожидания и дисперсии случайной величины.
10. Основные законы распределения случайной величины, применяемые при планировании эксперимента. Числовые характеристики этих законов.
11. Генеральная совокупность, выборки. Характеристики точечной оценки и критерии ее качества. Интервальная оценка и доверительный интервал.
12. Статистическая гипотеза. Этапы проверки гипотезы. Параметрические и непараметрические методы оценивания. Уровень значимости и область принятия гипотезы.
13. Статистические критерии. Мощностью критерия. Ошибки первого и второго рода. Задача о проверке гипотезы о законе распределения. Критерий Пирсона.
14. Основные гипотезы о выборочных средних, порядок их проверки. Выявление грубых погрешностей с использованием параметрических гипотез.
15. Задачи, решаемые в дисперсионном анализе. Межгрупповая и внутригрупповая дисперсии. Вариации групповых средних вокруг общего среднего?
16. Нулевая гипотеза при дисперсионном анализе. Порядок проверки этой гипотезы. Дисперсионное отношение.
17. Вероятностные распределения для проверки гипотезы в дисперсионном анализе и их числовые характеристики.
18. Статистическая и функциональная связь. Корреляционная связь.
19. Причины возникновения корреляционной связи между признаками. Задачи корреляционно-регрессионного анализа. Коэффициенты корреляции.
20. Метод наименьших квадратов. Уравнение регрессии. Корреляционный анализ модели.
21. Нелинейные модели и способы их построения. Полиномиальные модели.
22. Полный факторный эксперимент. Основные этапы планирования и реализации. Смысл  $\beta$ -коэффициентов. Способы проверки значимости  $b$ -коэффициентов.
23. Геометрическое представление планов типа  $2^k$ . Формирование матрицы планирования экспериментов. Построить матрицу планирования для планов  $2^2; 2^3; 2^4$ .
24. Свойства матрицы планирования полного факторного эксперимента.

25. Как и для чего проводится проверка однородности дисперсии параллельных опытов?
26. Понятие «воспроизводимость эксперимента».
27. Методы расчета коэффициентов уравнения регрессии? Запишите формулу расчета b-коэффициентов.
28. Что называют взаимодействием факторов и как оно учитывается при планировании полного факторного эксперимента? Как определяется число возможных взаимодействий факторов?
29. Проверка адекватности уравнения регрессии и значимость коэффициентов полученной модели.
30. Что называют дробным факторным экспериментом?
31. Дробный факторный эксперимент. Насыщенные планы.
32. Явление смешивания оценок  $\beta$ -коэффициентов в дробном факторном эксперименте.

**в) вопросы к самостоятельной работе студента:**

1. Модели временных рядов.
2. Функция отклика и поверхность отклика.
3. Аддитивные и мультипликативные составляющие погрешности измерения.
4. Закон больших чисел и его следствия. Теоремы Чебышева.
5. Определение факторного пространства для физической величины.
6. Основные законы распределения случайной величины, применяемые при планировании эксперимента.

Числовые характеристики этих законов.

7. Правила округления числовых значений результата измерения.
8. Статистические гипотезы. Формулы Байеса.
9. Модели авторегрессии. Модели ARM.
10. Обобщенный метод наименьших квадратов.
11. Дробный факторный эксперимент. Насыщенные планы. Явление смешивания оценок

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3	4
Основная литература*			
1. Касаткина Э. Ф. Планирование и организация эксперимента: методические указания к практическим занятиям. 2018	2018		Электронный ресурс: <a href="http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/6946">http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/6946</a> .
2. Позднякова С.А. Теория и техника современного физического эксперимента [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Позднякова С.А., Денисюк И.Ю.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Университет ИТМО, 2016.— 76 с	2016		Электронный ресурс: Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/68177.html">http://www.iprbookshop.ru/68177.html</a> .— ЭБС «IPRbooks»
1. Дубровский С.А. Методы обработки и анализа экспериментальных данных [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Дубровский С.А., Дудина В.А., Садыева Я.В.— Электрон. текстовые данные.— Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015.— 62 с.	2015		Электронный ресурс: Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/55640.html">http://www.iprbookshop.ru/55640.html</a> .— ЭБС «IPRbooks»
Дополнительная литература			
1. Математическое моделирование и планирование эксперимента: метод. указания к выполнению домашнего задания / Н.С. Полякова, Г.С. Дерябина, Х.Р. Федор-чук. - М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010. - 33, [3] с. —ISBN <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0010.html">http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0010.html</a> .	2010		Электронный ресурс: Режим доступа: <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0010.html">http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0010.html</a> .

2. Бойко А.Ф. Теория планирования многофакторных экспериментов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Бойко А.Ф., Воронкова М.Н.— Электрон. текстовые данные.- Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013.- 73с	2013		Электрон. текстовые данные.- Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/28403.html">http://www.iprbookshop.ru/28403.html</a> .— ЭБС «IPRbooks»
--	------	--	---

### 7.2. Периодические издания

1. Журнал «Вестник Российской академии наук», ISSN 0869-5873
2. Журнал «Вестник компьютерных и информационных технологий», ISSN 1810-7206.
3. Журнал «Современные проблемы науки и образования» ISSN 2070-7428
4. «Информационные технологии» Ежемесячный теоретический и прикладной научно-технический журнал ISSN 1684-6400 Подписной индекс 72656
5. Журнал «Вестник компьютерных и информационных технологий» ISSN 1810-7206.
6. Журнал «Вычислительные технологии» ISSN 1560-7534
7. Computerworld Россия, ISSN: 1560-5213.

### 7.3. Интернет-ресурсы

1. <http://www.exponenta.ru>.
2. <http://math.semestr.ru/group/sampling-method.php>.
3. [www.mathhelpplanet.com](http://www.mathhelpplanet.com) - некоммерческий математический форум, на котором можно получить консультацию и реальную помощь в решении по практически любому вопросу, связанному с математикой и многочисленными её приложениями.
4. <http://www.kxlab.com> - сайт \_kx Лаборатории. Отправная точка поиска информации о новейших научных разработках в области вычислительной математики, автоматизации моделирования и программных продуктах \_kx Лаборатории.
5. [www.csin.ru](http://www.csin.ru) - Образовательный интернет-проект, посвященный computer science и смежным дисциплинам. Мы формируем комьюнити людей, профессионально занимающихся или даже просто интересующихся данной тематикой. Также мы собираем информацию, например, русскоязычные курсы по информатике.
6. [www.teorver.ru](http://www.teorver.ru) - Портал, посвященный таким разделам математики, как теория вероятностей, математическая статистика, теория массового обслуживания, математическая теория телетрафика и другим приложениям теории вероятностей.

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического типа, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.


Практические занятия проводятся в аудитории (компьютерном классе) 5116-3 (или аналогичном компьютерном классе в зависимости от сетки расписания). Минимально возможный объем ОЗУ для выполнения лабораторных работ – 4 Гб.

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения:

- 1) MS Word;
- 2) MS PowerPoint;
- 3) MS Excel;
- 4) Matlab.



Рабочую программу составил Гурковерский О.Я   
(ФИО, подпись)

Рецензент  
(представитель работодателя) Ген. директор ООО "Владим.Тех" Осипов АВ   
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ОМ  
Протокол № 1 от 02.09.2019 года  
Заведующий кафедрой С.И. Арабьян  
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии  
направления 12.04.05 Лазерная техника и лазерные технологии  
Протокол № 1 от 02.09.2019 года  
Председатель комиссии С.И. Арабьян  
(ФИО, подпись)

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

---

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

---

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

---

