

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 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕОРИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА
(наименование дисциплины)

Направление подготовки **28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника**

Профиль/программа подготовки **Нанотехнологии и микросистемная техника**

Уровень высшего образования **Бакалавриат**

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)
7	4/144	18	36	-	63	27 (Экзамен)
Итого	4/144	18	36	-	63	27 (Экзамен)

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 экспериментов. 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: «Теория вероятностей и математическая статистика» «Математическое моделирование в лазерной физике», «Имитационное моделирование», «Численные методы», «Лазерные измерения», «Приёмники оптического излучения».

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
<i>ОПК-3 Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные</i>	<i>частичное освоение</i>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none">• физические основы и принципы функционирования оптических квантовых генераторов;• методы и средства лазерных измерений;• принципы организации и проведения экспериментальных исследований;• предельные условия при постановке физического эксперимента;• числовые характеристики и распределения случайных величин;• оценку параметров распределений;• проверку статистических гипотез;• основы регрессионного анализа;• статистические методы;• методы системного анализа; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none">• проводить расчет лазерных резонаторов, систем фокусировки и согласования лазерного излучения, оценивать параметры выходного излучения;• использовать лазерные контрольно-измерительные приборы для решения задач лазерной техники и лазерных технологий;• анализировать функциональные и принципиальные схемы оптических контрольно-измерительных устройств;• работать на основных измерительных оптических приборах;• составлять схемы для проведения экспериментальных исследований;• обрабатывать, анализировать, представлять и оформлять результаты экспериментальных исследований <p>Владеть:</p>

		<ul style="list-style-type: none"> • навыками работы со средствами лазерных измерений; • типовыми методиками выполнения лазерных измерений различных величин и характеристик; • навыками выполнения измерений, обработки данных измерительных наблюдений, получения результатов измерений и оценки погрешностей; • современными методами и средствами измерения, поверки и контроля с использованием информационных систем;
<p>ПК-2 Способен проводить экспериментальные исследования по синтезу и анализу материалов и компонентов нано- и микросистемной техники</p>	<p>частичное освоение</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методы и средства измерений параметров лазерного излучения; • методы математического моделирования в области профессиональной деятельности; • требования безопасности при проведении экспериментальных исследований лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • измерять параметры лазерного излучения; • разрабатывать модели исследуемых процессов и явлений в области профессиональной деятельности; • участвовать в теоретических и экспериментальных исследованиях в области лазерной техники и лазерных технологий. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыки целенаправленного планирования экспериментов; • проведения математических и физических экспериментов в области профессиональной деятельности и анализа их результатов; • навыки использования средств автоматизации при проведении экспериментальных исследований;
<p>ПК-3 Способен анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчётов, публикаций, презентаций</p>	<p>частичное освоение</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные типы и характеристики оптических систем лазерных оптико-электронных приборов, оборудования и технологий; • принципы конструирования лазерных оптико-электронных приборов, их узлов и элементов; • элементную базу, используемую в изделиях лазерной техники; • методы работы с научно-технической литературой и информацией; • правила оформления чертежей и конструкторской документации; • компьютерные технологии моделирования и конструирования лазерных оптико-электронных приборов; • опасные и вредные эксплуатационные факторы, их предельно-допустимые уровни воздействия на человека, технику и окружающую среду при эксплуатации лазерных систем и технологий <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • выбирать метод(ы) расчёта при разработке лазерных приборов и систем; • рассчитывать параметры и характеристики оптического узла лазерных приборов и систем; • рассчитывать и выбирать поля допусков на

		<p>конструктивные элементы оптических деталей и узлы крепления;</p> <ul style="list-style-type: none"> • разрабатывать конструкторскую документацию; • конструировать типовые детали и узлы лазерной техники; • подбирать по заданным параметрам и характеристикам элементную базу лазерных приборов и систем; • применять информационные ресурсы и технологии; • анализировать, представлять и оформлять результаты проектно-конструкторской деятельности при разработке лазерных приборов, систем и технологий <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • прикладными программами расчёта лазерных оптико-электронных приборов; • компьютерными технологиями расчёта и конструирования лазерных оптико-электронных приборов;
--	--	---

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часов

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС		
1	Введение. Статистический анализ данных и принятие решений.	7	1-2	2	4	-	7	2/33,3%	
2	Численные методы обработки данных эксперимента	7	3-10	8	16	-	32	8/33,3%	
2.1	Интерполяция и экстраполяция данных	7	3-4	2	4	-	8	2/33,3%	
2.2	Метод наименьших квадратов	7	5-9	4	8	-	15	4/33,3%	Рейтинг-контроль №1
2.3	Численное дифференцирование и интегрирование.	7	9-10	2	4	-	9	2/33,3%	
3	Параметрические и непараметрические методы	7	11-18	8	16	-	24	8/33,3%	
3.1	Статистический анализ массива данных. Сравнение выборок	7	11-14	4	8	-	6	4/33,3%	Рейтинг-контроль №2
3.2	Дисперсионный анализ данных.	7	15-16	2	4	-	9	2/33,3%	
3.3	Корреляционный анализ данных	7	16-18	2	4	-	9	2/33,3%	Рейтинг-контроль №3
Всего за 7 семестр:		7	18	18	36	-	63	18/33,3%	Экзамен (27)
Наличие в дисциплине КИ/КР				-	-	-	-	-	-
Итого по дисциплине		7	18	18	36	-	63	18/33,3%	Экзамен (27)

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. Сплайн-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 Плаккета – 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 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:

- Интерактивная лекция;
- Групповая дискуссия;
- Разбор конкретных ситуаций.

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 β -коэффициенты? Способы проверки значимости b -коэффициентов.
11. Перечислите этапы планирования и реализации полного факторного эксперимента.
12. Геометрическое представление планов типа 2^k .
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 β -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. Обобщённый метод наименьших квадратов.
11. Дробный факторный эксперимент. Насыщенные планы. Явление смешивания оценок

в) 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 β -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 β -коэффициентов в дробном факторном эксперименте.

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: http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/6946 .
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: http://www.iprbookshop.ru/68177.html .— ЭБС «IPRbooks»
Дополнительная литература			
1. Математическое моделирование и планирование эксперимента: метод. указания к выполнению домашнего задания / Н.С. Полякова, Г.С. Дерябина, Х.Р. Федорчук. - М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010. - 33, [3] с. —ISBN http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0010.html	2010		Электронный ресурс: Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0010.html .
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: http://www.iprbookshop.ru/55640.html .— 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. «Информационные технологии» Ежемесячный теоретический и прикладной научно-технический журнал ISSN 1684-6400 Подписной индекс 72656
4. Журнал «Бизнес-информатика» – рецензируемый междисциплинарный научный журнал, выпускаемый с 2007 года Национальным исследовательским университетом «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ). Администрирование журнала осуществляется Школой бизнес-информатики НИУ ВШЭ.
5. Журнал «Вестник компьютерных и информационных технологий»
6. Журнал «Вестник МГУ: экономика»
7. Журнал «Вестник Российского экономического университета им. Плеханова»
8. Журнал «Вестник финансового университета»
9. Журнал «Вопросы экономики»

10. Журнал «Вычислительные технологии»
11. 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 - 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 - 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 - Портал, посвященный таким разделам математики, как теория вероятностей, математическая статистика, теория массового обслуживания, математическая теория телеграфика 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 объём 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 проф. каф. ФиПМ Бутковский О.Я.

(ФИО, подпись)

Рецензент

(представитель работодателя) ген. дир. "ВладМиГ" Осинов С.В.

(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

Протокол № 1 от 02.09.2019 года

Заведующий кафедрой

С.М.Аракелян

(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

Протокол № 1 от 02.09.2019 года

Председатель комиссии

С.М.Аракелян

(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 _____