

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)

Институт машиностроения и автомобильного транспорта

УТВЕРЖДАЮ:
 Директор института
 Елкин А.И.



« 31 » августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ
 (наименование дисциплины)

15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

(код и наименование направления подготовки (специальности))

Физика высоких технологий
 (направленность (профиль) подготовки)

г. Владимир

2021

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Математические методы обработки экспериментальных данных» являются:

- формирование у будущих специалистов знаний и умения применять математические методы при обработке экспериментальных результатов наблюдений или измерений;
- формирование у студентов навыков сбора и обработки информации, использования математических методов и основ математического моделирования в практической деятельности;
- обучение студентов методам разработки программного и метрологического обеспечения ИИС (ИВК) с соответствующей оценкой метрологических характеристик и обработки результатов измерений;
- воспитание ответственности за продукт своих разработок, применять полученные знания для реализации конкретных технологических задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Математические методы обработки экспериментальных данных» изучается во 2 семестре подготовки магистров по направлению 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» и относится к дисциплинам обязательной части (Б1.О.12).

Для успешного изучения дисциплины «Математические методы обработки экспериментальных данных» студенты должны быть знакомы с основами математической статистики и стандартными алгоритмами обработки массивов данных.

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) дисциплинами и обеспечивающими (последующими) дисциплинами

Наименование обеспечивающих (предыдущих и последующих) дисциплин	Разделы данной дисциплины, которые необходимы для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин								
	2 семестр								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Предыдущие дисциплины									
1. Информационно-измерительные системы.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины									
1. Надежность и диагностика технологических систем.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2. Технологическое обеспечение качества.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3. Преддипломная практика.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4. Выпускная квалификационная работа.	+	+	+	+	+	+	+	+	+

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК-6. Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые системы автоматизированного	ОПК-6.1. Знает типовые алгоритмы и цифровые системы автоматизированного проектирования производственно-	Знает типовые алгоритмы и цифровые системы автоматизированного проектирования производственно-технологической	Индивидуальное практико-ориентированное задание, контрольные и тестовые вопросы

проектирования производственно- технологической документации машиностроительных производств.	технологической документации машиностроительных производств. ОПК-6.2. Умеет разрабатывать алгоритмы и современные цифровые системы автоматизированного проектирования производственно- технологической документации машиностроительных производств. ОПК-6.3. Владеет навыками применения алгоритмов и современных цифровых систем автоматизированного проектирования производственно- технологической документации машиностроительных производств.	документации машиностроительных производств. Умеет разрабатывать алгоритмы и современные цифровые системы автоматизированного проектирования производственно- технологической документации машиностроительных производств. Владеет навыками применения алгоритмов и современных цифровых систем автоматизированного проектирования производственно- технологической документации машиностроительных производств.	
---	--	---	--

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единицы, 180 часов

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником					Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической	СРП		
1	Информационно-измерительные системы (ИИС). Назначение и основные функции ИИС. Разновидности структур ИИС. Информация и сигнал. Виды сигналов и их математическое описание. Временная и частотная форма представления сигналов. Цифровая обработка сигналов.	2	1-2		2	2			13	Рейтинг контроль № 1
2	Общие сведения о погрешностях. Типы погрешностей. Причины возникновения и способы устранения. Систематические погрешности.	2	3-4		2	2			13	

	Погрешности средств измерений. Погрешности косвенных измерений.									
3	Определение погрешности метода измерения. Необходимая точность вычислений. Оценка точности эксперимента и выбор необходимого числа измерений.	2	5-6		2	2			13	
4	Понятие о случайной величине. Вероятность. Понятие о функции распределения случайной величины. Гистограмма. Плотность распределения.	2	7-8		2	2			13	Рейтинг контроль № 2
5	Виды распределений случайной величины: нормальное распределение, логарифмическое нормальное распределение и др. Среднее значение, дисперсия, среднее квадратическое отклонение.	2	9-10		2	2			13	
6	Понятие о выборке. Выборочные значения: среднего, дисперсии. Доверительные интервалы. Критерий значимости. Построение доверительных интервалов.	2	11-12		2	2			13	
7	Построение моделей методом уравнивания погрешностей.	2	13-14		2	2			13	Рейтинг контроль № 3
8	Основы регрессионного анализа. Построение моделей методом наименьших квадратов.	2	15-16		2	2			13	
9	Статистический анализ регрессионной модели: проверка адекватности модели регрессии; проверка значимости модели регрессии и ее параметров; анализ точности результатов, полученных с использованием регрессионной модели.	2	17-18		2	2			13	
Всего за 2 семестр:					18	18			117	Экзамен (27 часов)
Наличие в дисциплине КП/КР		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Итого по дисциплине					18	18			117	Экзамен (27 часов)

Тематический план форма обучения – очная

Содержание практических занятий по дисциплине

Практическая работа № 1.

Содержание работы: Информационно-измерительные системы (ИИС). Назначение и основные функции ИИС. Разновидности структур ИИС. Информация и сигнал. Виды сигналов и их математическое описание. Временная и частотная форма представления сигналов. Цифровая обработка сигналов. (2 часа)

Практическая работа № 2.

Содержание работы: Общие сведения о погрешностях. Типы погрешностей. Причины возникновения и способы устранения. Систематические погрешности. Погрешности средств измерений. Погрешности косвенных измерений. (2 часа)

Практическая работа № 3.

Содержание работы: Определение погрешности метода измерения. Необходимая точность вычислений. Оценка точности эксперимента и выбор необходимого числа измерений. (2 часа)

Практическая работа № 4.

Содержание работы: Понятие о случайной величине. Вероятность. Понятие о функции распределения случайной величины. Гистограмма. Плотность распределения. (2 часа)

Практическая работа № 5.

Содержание работы: Виды распределений случайной величины: нормальное распределение, логарифмическое нормальное распределение и др. Среднее значение, дисперсия, среднее квадратическое отклонение. (2 часа)

Практическая работа № 6.

Содержание работы: Понятие о выборке. Выборочные значения: среднего, дисперсии. Доверительные интервалы. Критерий значимости. Построение доверительных интервалов. (2 часа)

Практическая работа № 7.

Содержание работы: Построение моделей методом уравнивания погрешностей. (2 часа)

Практическая работа № 8.

Содержание работы: Основы регрессионного анализа. Построение моделей методом наименьших квадратов. (2 часа)

Практическая работа № 9.

Содержание работы: Статистический анализ регрессионной модели: проверка адекватности модели регрессии; проверка значимости модели регрессии и ее параметров; анализ точности результатов, полученных с использованием регрессионной модели. (2 часа)

Содержание лабораторных занятий по дисциплине

Лабораторная работа №1.

Содержание работы: Подбор теоретического закона и параметров распределения случайной величины для анализируемой выборки, проверка правильности подбора, используя критерий согласия Колмогорова-Смирнова.

Лабораторная работа №2.

Содержание работы: Вычисление выборочного математического ожидания, выборочной дисперсии, среднеквадратичного отклонения, асимметрии, эксцесса, медианы и размаха выборочного распределения для массива экспериментальных данных.

Лабораторная работа № 3.

Содержание работы: Вычисление доверительных интервалов для генерального математического ожидания и генеральной дисперсии при различных уровнях значимости.

Лабораторная работа №4.

Содержание работы: Построение модели линейной корреляции по несгруппированным данным.

Лабораторная работа № 5.

Содержание работы: Построение выборочного уравнения линии регрессии по сгруппированным данным.

Лабораторная работа № 6.

Содержание работы: Построение модельного уравнения нелинейной корреляции.

Лабораторная работа № 7.

Содержание работы: Использование методов интерполяции для обработки экспериментальных данных.

Лабораторная работа №8.

Содержание работы: Использование метода наименьших квадратов для обработки экспериментальных данных.

Лабораторная работа № 9.

Содержание работы: Использование метода уравнивания погрешностей для обработки экспериментальных данных.

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

5.1. Текущий контроль успеваемости (*рейтинг-контроль 1, рейтинг-контроль 2, рейтинг-контроль 3*).

Вопросы к рейтинг-контролю №1

1. Поясните различие между прямыми и косвенными измерениями? В каких случаях прибегают к косвенным измерениям? Дайте пример косвенных измерений
2. Дайте определения абсолютной и относительной погрешностей. Что называется предельной абсолютной и предельной относительной погрешностями измерения?
3. Дайте определения систематической и случайной погрешностей измерения. Что является источниками возникновения указанных типов погрешностей?
4. Дайте классификацию систематических погрешностей, исходя из причин их появления. Приведите примеры методических, инструментальных, субъективных погрешностей измерения из области экспериментальных исследований.
5. Каковы принципы учета (оценки и определения) систематических и случайных погрешностей? Что называется «поправкой» (применительно к учету систематических погрешностей)?
6. Схемные методы коррекции систематических погрешностей.
7. Что такое динамические погрешности измерений? Когда они проявляются? Каковы причины их возникновения?
8. Что называется чувствительностью и вариацией показаний измерительного прибора?
9. Что называется основной погрешностью измерительного прибора? Каковы принципы суммирования погрешностей отдельных блоков сложных измерительных средств в следующих случаях:
 - когда блоки обладают независимыми друг от друга погрешностями;
 - когда погрешности отдельных блоков имеют взаимную корреляционную связь.
10. Как определяют погрешность искомой величины при косвенном измерении последней?

Вопросы к рейтинг-контролю №2

1. Какие события называют случайными? Приведите примеры случайных событий. Какие события образуют полную группу несовместимых событий?
2. Сформулируйте классическое определение вероятности события. В каких пределах изменяется вероятность события? Какие события называются независимыми?
3. Какая величина называется случайной величиной? Дайте определения дискретной и непрерывной случайных величин. Приведите примеры дискретных и непрерывных случайных величин.
4. Что называется законом распределения случайной величины? Что называется рядом распределения дискретной случайной величины?
5. Каким образом при известной функции распределения, найти вероятность попадания случайной величины в заданный интервал?
6. Дайте определение плотности распределения вероятностей. Возможно ли понятие плотности распределения вероятностей использовать для дискретной случайной величины?
7. Каким образом при известной плотности распределения, найти вероятность попадания случайной величины в заданный интервал?
8. Что называется математическим ожиданием непрерывной случайной величины?
9. Что называется средним квадратическим отклонением случайной величины?
10. Дайте определение дисперсии случайной величины.
11. Какое распределение случайной величины называется нормальным распределением?

12. Что называется модой случайной величины? Что называется медианой случайной величины?
13. Как определить вероятность попадания в данную область?

Вопросы к рейтинг-контролю №3

1. Дайте понятие выборки.
2. Что называется статистической функцией распределения?
3. Что такое гистограмма?
4. Дайте определение выборочного среднего значения случайной величины.
5. Что такое выборочная дисперсия, и как она определяется?
6. Что является средним значением выборочной дисперсии?
7. Что используют для оценки стандартного отклонения средней выборочной величины?
8. Что такое доверительные интервалы, и как они определяются?
9. С какой целью определяются доверительные интервалы?
10. Что такое критерий значимости?
11. Дайте определение коэффициенту доверия.
12. Как строятся доверительные интервалы?
13. Что называется доверительной вероятностью (надежностью)?
14. Какая оценка параметра называется состоятельной?
15. Какая оценка параметра называется несмещенной?
16. Какие критерии используют для отбрасывания резко выделяющихся результатов испытаний?
17. Построение моделей методом уравнивания погрешностей.
18. В чем заключается принцип наименьших квадратов, используемый при обработке результатов экспериментальных исследований?

5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.

Вопросы к экзамену

1. Поясните различие между прямыми и косвенными измерениями? В каких случаях прибегают к косвенным измерениям? Дайте пример косвенных измерений
2. Дайте определения абсолютной и относительной погрешностей. Что называется предельной абсолютной и предельной относительной погрешностями измерения?
3. Дайте определения систематической и случайной погрешностей измерения. Что является источниками возникновения указанных типов погрешностей?
4. Дайте классификацию систематических погрешностей, исходя из причин их появления. Приведите примеры методических, инструментальных, субъективных погрешностей измерения из области экспериментальных исследований.
5. Каковы принципы учета (оценки и определения) систематических и случайных погрешностей? Что называется «поправкой» (применительно к учету систематических погрешностей)?
6. Схемные методы коррекции систематических погрешностей.
7. Что такое динамические погрешности измерений? Когда они проявляются? Каковы причины их возникновения?
8. Что называется чувствительностью и вариацией показаний измерительного прибора?
9. Что называется основной погрешностью измерительного прибора? Каковы принципы суммирования погрешностей отдельных блоков сложных измерительных средств в следующих случаях:
 - когда блоки обладают независимыми друг от друга погрешностями;
 - когда погрешности отдельных блоков имеют взаимную корреляционную связь.
10. Как определяют погрешность искомой величины при косвенном измерении последней?

11. Какие события называют случайными? Приведите примеры случайных событий. Какие события образуют полную группу несовместимых событий?
12. Сформулируйте классическое определение вероятности события. В каких пределах изменяется вероятность события? Какие события называются независимыми?
13. Какая величина называется случайной величиной? Дайте определения дискретной и непрерывной случайных величин. Приведите примеры дискретных и непрерывных случайных величин.
14. Что называется законом распределения случайной величины? Что называется рядом распределения дискретной случайной величины?
15. Каким образом при известной функции распределения, найти вероятность попадания случайной величины в заданный интервал?
16. Дайте определение плотности распределения вероятностей. Возможно ли понятие плотности распределения вероятностей использовать для дискретной случайной величины?
17. Каким образом при известной плотности распределения, найти вероятность попадания случайной величины в заданный интервал?
18. Что называется математическим ожиданием непрерывной случайной величины?
19. Что называется средним квадратическим отклонением случайной величины?
20. Дайте определение дисперсии случайной величины.
21. Какое распределение случайной величины называется нормальным распределением?
22. Что называется модой случайной величины? Что называется медианой случайной величины?
23. Как определить вероятность попадания в данную область?
24. Дайте понятие выборки.
25. Что называется статистической функцией распределения?
26. Что такое гистограмма?
27. Дайте определение выборочного среднего значения случайной величины.
28. Что такое выборочная дисперсия, и как она определяется?
29. Что является средним значением выборочной дисперсии?
30. Что используют для оценки стандартного отклонения средней выборочной величины?
31. Что такое доверительные интервалы, и как они определяются?
32. С какой целью определяются доверительные интервалы?
33. Что такое критерий значимости?
34. Дайте определение коэффициенту доверия.
35. Как строятся доверительные интервалы?
36. Что называется доверительной вероятностью (надежностью)?
37. Какая оценка параметра называется состоятельной?
38. Какая оценка параметра называется несмещенной?
39. Какие критерии используют для отбрасывания резко выделяющихся результатов испытаний?
40. Построение моделей методом уравнивания погрешностей.
41. В чем заключается принцип наименьших квадратов, используемый при обработке результатов экспериментальных исследований?

Задачи к экзамену

1. Определить среднее значение и доверительный интервал
Результаты испытаний 10 двигателей

Номер измерения	Измеренный удельный расход топлива g_e , г/(кВт·ч)
1	254
2	254
3	255
4	255

5	256
6	256
7	257
8	258
9	258
10	259

2. В результате измерения диаметров 200 валиков из партии, изготовленной одним станком-автоматом, получены отклонения измеренных диаметров от номинала (в микрометрах). Группированные данные представлены в виде интервального статистического ряда (табл.). Найти среднее значение \bar{x} и дисперсию σ^2 выборки.

Δ	-20,-15	-15,-10	-10,-5	-5,0	0,5	5,10	10,15	15,20	20,25	25,30
n_i	7	11	15	24	49	41	26	17	7	3

3. Построить по данным таблицы гистограмму распределения отклонений диаметров

Δ	-20,-15	-15,-10	-10,-5	-5,0	0,5	5,10	10,15	15,20	20,25	25,30
n_i	7	11	15	24	49	41	26	17	7	3

4. Построить эмпирическую математическую модель для внешней скоростной характеристики бензинового двигателя $N_x = f_1(n_x)$ вида:

$$N_x = a_0 + a_1 n_x + a_2 n_x^2 + a_3 n_x^3$$

, где N_x – мощность, кВт; n_x – частота вращения коленчатого вала, используя метод уравнивания погрешностей

n_x , мин ⁻¹	N_x , кВт
1000	10
1500	19
2000	28
2500	36
3000	44
3500	51
4000	56
4500	60
5000	64
5500	65

5. Построить эмпирическую математическую модель для внешней скоростной характеристики бензинового двигателя $N_x = f_1(n_x)$ вида:

$$N_x = a_0 + a_1 n_x + a_2 n_x^2 + a_3 n_x^3,$$

где N_x – мощность, кВт; n_x – частота вращения коленчатого вала, используя метод наименьших квадратов

n_x , мин ⁻¹	N_x , кВт
1000	10
1500	19
2000	28
2500	36
3000	44
3500	51

4000	56
4500	60
5000	64
5500	65

6. Построить эмпирическую математическую модель для внешней скоростной характеристики бензинового двигателя $M_x = f_1(n_x)$ вида:

$$M_x = a_0 + a_1 n_x + a_2 n_x^2,$$

где M_x – крутящий момент, Н*м; n_x – частота вращения коленчатого вала, используя метод уравнивания погрешностей

n_x , мин ⁻¹	M_x , Н·м
1000	95,54
1500	121,02
2000	133,76
2500	137,58
3000	140,13
3500	139,2
4000	133,76
4500	127,39
5000	122,3
5500	112,91

7. Построить эмпирическую математическую модель для внешней скоростной характеристики бензинового двигателя $M_x = f_1(n_x)$ вида:

$$M_x = a_0 + a_1 n_x + a_2 n_x^2,$$

где M_x – крутящий момент, Н*м; n_x – частота вращения коленчатого вала, используя метод наименьших квадратов

n_x , мин ⁻¹	M_x , Н·м
1000	95,54
1500	121,02
2000	133,76
2500	137,58
3000	140,13
3500	139,2
4000	133,76
4500	127,39
5000	122,3
5500	112,91

8. Построить эмпирическую математическую модель для внешней скоростной характеристики бензинового двигателя $g_{ex} = f(n_x)$ вида:

$$g_{ex} = a_0 + a_1 n_x + a_2 n_x^2,$$

где g_{ex} – удельный расход топлива, г/(кВт·ч); n_x – частота вращения коленчатого вала, используя метод уравнивания погрешностей

n_x , мин ⁻¹	g_{ex} , г/(кВт·ч)
------------------------------	-------------------------

1000	420
1500	305
2000	271
2500	261
3000	252
3500	250
4000	254
4500	260
5000	283
5500	302

9. Построить эмпирическую математическую модель для внешней скоростной характеристики бензинового двигателя $g_{ex} = f(n_x)$ вида:

$$g_{ex} = a_0 + a_1 n_x + a_2 n_x^2,$$

где g_{ex} – удельный расход топлива, г/(кВт·ч); n_x – частота вращения коленчатого вала, используя метод наименьших квадратов

n_x , мин ⁻¹	g_{ex} , г/(кВт·ч)
1000	420
1500	305
2000	271
2500	261
3000	252
3500	250
4000	254
4500	260
5000	283
5500	302

10. Вычислить коэффициент линейной корреляции и определить уравнение $y = ax + b$, проверить нулевую гипотезу H_0 (генеральный коэффициент корреляции $\rho = 0$) по выборке

X	0,4	1,1	1,5	2,0	2,3	6,7	3,6	4,6	5,0	5,6	6,0	3,0	7,0	8,0
Y	2,3	3,3	3,3	4,2	4,0	9,3	6,0	5,9	6,5	8,3	7,9	5,0	9,3	10,1

11. Вычислить доверительный интервал математического ожидания нормально распределенной случайной величины с доверительной вероятностью $P = 0,90$ по выборке объема $n = 91$, значению выборочного среднего $X = 15$ и среднему квадратическому отклонению $\sigma = 6$.

5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

Самостоятельная работа студентов включает текущую и творческую проблемно-ориентированную самостоятельную работу.

Самостоятельная работа студентов направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений и включает в себя:

- поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- выполнение домашнего задания;
- опережающую самостоятельную работу;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовку к практическим занятиям;
- подготовку к лабораторным работам.

Творческая самостоятельная работа направлена на развитие интеллектуальных умений, комплекса универсальных (общекультурных) компетенций, повышение творческого потенциала студентов. Эта работа включает в себя:

- поиск, анализ, структурирование и презентацию информации;
- исследовательскую работу и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме.

Содержание самостоятельной работы студентов по дисциплине

Перечень научных проблем и направлений научных исследований:

- задачи численной оптимизации;
- задачи построения и анализа вероятностных моделей надежности элементов машиностроения на всех этапах их жизненного цикла.

Темы, выносимые на самостоятельную проработку:

- средства статистического анализа в современных комплексах компьютерной математики
- изучение современных теорий построения адекватных вероятностных моделей.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
Основная литература		
Гребенникова, И. В. Методы математической обработки экспериментальных данных: Учебно-методическое пособие / Гребенникова И.В., - 2-е изд., стер. - Москва: Флинта, Изд-во Урал. ун-та, 2017. - 124 с. ISBN 978-5-9765-3081-2.	2017	Текст электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/947245
Карманов, Ф. И. Статистические методы обработки экспериментальных данных с использованием пакета MathCad: учебное пособие / Ф. И. Карманов, В. А. Острейковский. - Москва: КУРС: ИНФРА-М, 2019. - 208 с. - ISBN 978-5-905554-96-4.	2019	Текст: электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1016017
Романов, А. И. Распределения случайных величин и основы статистических методов обработки экспериментальных данных: учебно-методическое пособие / А. И. Романов, Т. А. Семенова, Н. С. Воронова. — Москва: НИЯУ МИФИ, 2016. — 148 с. — ISBN 978-5-7262-2225-7.	2016	Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/119506
Роганов, В. Р. Обработка экспериментальных данных: учебное пособие / В. Р. Роганов, Э. В. Роганова, А. Н. Серёдкин. — Пенза: ПензГТУ, 2014. — 164 с.	2014	Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/62810
Дополнительная литература		
Мойзес, Б. Б. Статистические методы контроля качества и обработка экспериментальных данных: учебное пособие / Б. Б. Мойзес, И. В. Плотникова, Л. А. Редько. — Томск: ТПУ, 2016. — 119 с. — ISBN 978-5-4387-0700-4.	2016	Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/107730
Григорьев-Голубев, В. В. Теория вероятностей и математическая статистика. Руководство по решению задач: учебник / В. В. Григорьев-Голубев, Н.В.	2014	Текст: электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1861362

Васильева, Е. А. Кротов. - Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2014. - 256 с. - (Учебная литература для вузов). - ISBN 978-5-9775-3294-5.

6.2. Периодические издания:

1. СТИН: научно-технический журнал. – Москва: ООО "СТИН".
- 2 Вестник машиностроения: научно-технический и производственный журнал - Москва: Машиностроение
3. Технология машиностроения: обзорно-аналитический, научно-технический и производственный журнал. – Москва: Технология машиностроения.
4. Электронный журнал «САПР и графика». Журнал может использоваться как практическое руководство при проектировании оснастки. Режим доступа <https://sapr.ru/issue>.

6.3. Интернет-ресурсы

<i>Название портала</i>	<i>ссылка</i>
Учебно-методический комплекс дисциплины размещен на образовательном сервере ВлГУ.	https://cs.cdo.vlsu.ru
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru/defaultx.asp
«Единое окно» доступа к образовательным ресурсам	http://window.edu.ru/
Междисциплинарное обучение	http://www.nano-obr.ru/
Статьи о машиностроении	http://machineguide.ru/
Портал отраслевой информации о машиностроении	http://www.mashportal.ru/
Ресурс о машиностроении	http://www.i-mash.ru/
Техническая литература по машиностроению	http://www.mirstan.ru/index.php?page=tech
Библиотека технической литературы	http://window.edu.ru/library?p_rubr=2.2.75.11.34
Все о машиностроении	http://dlja-mashinostroitelja.info/
Союз машиностроителей России	http://www.soyuzmash.ru/
Информационно-аналитический сайт по материалам зарубежной печати о современных технологиях и инструментах для металлообработки	http://www.stankoinform.ru/index.htm

Учебно-методические издания

1. Иванченко А.Б. Методические указания к практическим работам по дисциплине «Математические методы обработки экспериментальных данных» для студентов направления 15.04.05 [Электронный ресурс] / сост. Иванченко А.Б.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2021. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>
2. Иванченко А.Б. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Математические методы обработки экспериментальных данных» для студентов направления 15.04.05 [Электронный ресурс] / сост. Иванченко А.Б.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2021. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>
3. Иванченко А.Б. Методические рекомендации к выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Математические методы обработки экспериментальных данных» для студентов направления 15.04.05 [Электронный ресурс] / сост. Иванченко А.Б.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2021. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>
4. Иванченко А.Б. Оценочные материалы по дисциплине «Математические методы обработки экспериментальных данных» для студентов направления 15.04.05 [Электронный

ресурс] / сост. Иванченко А.Б.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2021. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>

**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»,
необходимых для освоения дисциплины**

1) Портал Центр дистанционного обучения ВлГУ [электронный ресурс] / - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>

2) Раздел официального сайта ВлГУ, содержащий описание образовательной программы [электронный ресурс] / - Режим доступа: Образовательная программа Образовательная программа 15.04.05: <http://op.vlsu.ru/index.php?id=4230>

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Теоретические занятия, проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийным оборудованием. Практические занятия проводятся в компьютерных классах, связанных с суперкомпьютером «СКИФ МОНОМАХ» производительностью 4,7 Т-Флопс. Перечень используемого лицензионного программного обеспечения: программные комплексы компьютерной математики MATLAB, MathCAD.

