

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

УТВЕРЖДАЮ

Проректор

по учебно-методической работе

А.А.Панфилов

20 15 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ**  
**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ**

Направление подготовки 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машино-  
строительных производств

Профиль/программа подготовки Процессы механической и физико-технической обработки

Уровень высшего образования магистратура

Форма обучения очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежу- точного контро- ля (экз./зачет)
2	5/180	-	18	18	108	экзамен (36 час.)
Итого	5/180	-	18	18	108	

Владимир 20 15

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Математические методы обработки экспериментальных данных» направлено на достижение следующих целей ОПОП 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»:

Код цели	Формулировка цели
Ц1	Подготовка выпускников к <i>научно-исследовательской деятельности</i> в области разработки и эксплуатации машиностроительных производств, объектов и технологий машиностроения, исходя из задач конкретного исследования; к <i>научно-педагогической деятельности</i> , разработке методического обеспечения и применению современных методов и методик преподавания.
Ц4	Подготовка выпускников к <i>производственно-технологической деятельности</i> при выполнении производственных и исследовательских проектов в профессиональной области, сопровождению их бизнес-процессов, <i>осуществлению организационно-управленческой деятельности</i> .
Ц5	Подготовка выпускников к <i>самообучению и непрерывному личностному и профессиональному совершенствованию</i> .

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

- обучение студентов основам функционирования и эксплуатации информационно-измерительных систем (ИИС) и информационных вычислительных комплексов (ИВК);
- формирование у студентов навыков работы в одном из комплексов программного и инструментального обеспечения ИИС (ИВК);
- 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.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

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

Для успешного изучения дисциплины «Математические методы обработки экспериментальных данных» студенты должны быть знакомы с основными положениями курсов «Высшая математика», «Информатика».

Из дисциплины «Высшая математика» студент должен знать:

- характеристики и математические основы анализа случайных процессов;
- векторный анализ;
- дифференциальное и интегральное исчисления функций одного и нескольких переменных;

Из дисциплины «Информатика» студент должен знать:

- способы описания и виды алгоритмов;
- стандартные алгоритмы обработки массивов;
- алгоритмы организации итерационных вычислений с заданной точностью.

Дисциплина «Математические методы обработки экспериментальных данных» является частью блока дисциплин посвященных подготовке к научно-исследовательской работе с использованием современных технологий проведения научных исследований.

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

После изучения данной дисциплины студент приобретает знания, умения и опыт, соответствующие результатам ОПОП направления 15.04.05:

Р1, Р3, Р6, Р7, Р10, Р11 (расшифровка результатов обучения приводится в ОПОП направления 15.04.05).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты обучения, согласующиеся с формируемыми компетенциями ОПОП:

способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1):

*знать:* методы теоретического и эмпирического уровней исследования;

*уметь:* анализировать и использовать, имеющуюся информацию и принимать на этой основе адекватные решения;

*владеть:* методами обработки, обобщения и анализа информации для постановки цели и выбора путей ее достижения;

способность формулировать цели и задачи исследования в области конструкторско-технологической подготовки машиностроительных производств, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки (ОПК-1):

*знать;* методологическое отличие цели и задач научно - исследовательского проекта при конструкторско-технологической подготовке машиностроительных производств;

*уметь:* оценить новизну и актуальность поставленной цели, сложность решаемых задач и их приоритетность;

*владеть:* методами выбора критериев оценки эффективности производственной системы;

способность проводить анализ состояния и динамики функционирования машиностроительных производств и их элементов с использованием надлежащих современных методов и средств анализа, участвовать в разработке методик и программ испытаний изделий, элементов машиностроительных производств, осуществлять метрологическую проверку основных средств измерения показателей качества выпускаемой продукции, проводить исследования появления брака в производстве и разрабатывать мероприятия по его сокращению и устранению (ПК-8):

*знать:* методы, программные и технические средства восприятия, передачи, обработки и представления измерительной информации в измерительных системах, базовые понятия математической статистики, основы многомерного статистического анализа;

*уметь:* решать задачи статистического анализа больших массивов экспериментальных данных и визуализации обработанной информации;

*владеть:* навыками использования современных информационно-вычислительных комплексов для статистической обработки и визуализации результатов экспериментальных исследований при использовании современных информационно-измерительных систем, методами построения вероятностных и статистических моделей;

способность использовать научные результаты и известные научные методы и способы для решения новых научных и технических проблем, проблемно-ориентированные методы анализа, синтеза и оптимизации конструкторско-технологической подготовки машиностроительных производств, разрабатывать их алгоритмическое и программное обеспечение (ПК-17):

*знать:* современные проблемно-ориентированные методы анализа, синтеза и оптимизации конструкторско-технологической подготовки машиностроительных производств, разрабатывать их алгоритмическое и программное обеспечение;

*уметь:* использовать современные проблемно-ориентированные методы анализа, синтеза и оптимизации конструкторско-технологической подготовки машиностроительных производств, разработки алгоритмического и программного обеспечения;

*владеть:* навыками работы в современных проблемно – ориентированных программных комплексах для анализа, синтеза и оптимизации конструкторско-технологической подготовки машиностроительных производств, разработки их алгоритмического и программного обеспечения.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единицы, 180 часов.

№ п/п	Раздел (тема) 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 (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации	
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР			
1	<b>Раздел 1</b>	2										
1.1	Информационно-измерительные системы (ИИС). Назначение и основные функции ИИС. Разнообразие структур ИИС. Информация и сигнал. Виды сигналов и их математическое описание. Временная и частотная форма представления сигналов. Цифровая обработка сигналов.		1		2						1/50%	Отчеты по практическим работам
1.2	Общие сведения о погрешностях. Типы погрешностей. Причины возникновения и способы устранения. Систематические погрешности. Погрешности средств измерений. Погрешности косвенных измерений.		2		2						1/50%	
1.3	Определение погрешности метода измерения. Необходимая точность вычислений. Оценка точности эксперимента и выбор необходимого числа измерений.		3-4		2	2					2/50%	Отчеты по лабораторным и практическим работам
	<i>Текущий контроль</i>		5									<i>Рейтинг-контроль №1</i>
2	<b>Раздел 2</b>											
2.1	Понятие о случайной величине. Вероятность. Понятие о функции распределения случайной величины. Гистограмма. Плотность распределения.		5-7		2	4		6			3/50%	Отчеты по лабораторным и практическим работам
2.2	Виды распределений случайной величины: нормальное распределение, логарифмическое нормальное распределение и др. Среднее значение, дисперсия, среднее квадратическое отклонение.		8-9		2	2		6			2/50%	

2.3	Понятие о выборке. Выборочные значения: среднего, дисперсии. Доверительные интервалы. Критерий значимости. Построение доверительных интервалов.	10-11		2	2		6		2/50%	
	<i>Текущий контроль</i>	11								<i>Рейтинг-контроль по тестам №2</i>
<b>3</b>	<b>Раздел 3</b>									
3.1	Построение моделей методом уравнивания погрешностей.	12-14		2	4		6		3/50%	Отчеты по лабораторным и практическим работам
3.2	Основы регрессионного анализа. Построение моделей методом наименьших квадратов.	15-16		2	2		6		2/50%	
3.3	Статистический анализ регрессионной модели: проверка адекватности модели регрессии; проверка значимости модели регрессии и ее параметров; анализ точности результатов, полученных с использованием регрессионной модели.	17-18		2	2		6		2/50%	
	<i>Текущий контроль</i>	18								<i>Рейтинг-контроль №3</i>
	<i>Промежуточная аттестация</i>									<i>Экзамен</i>
<b>ИТОГО</b>				<b>18</b>	<b>18</b>		<b>36</b>		<b>18/50%</b>	

### Практические занятия

Тема 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 часа)

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

Тема 3. Определение погрешности метода измерения. Необходимая точность вычислений. Оценка точности эксперимента и выбор необходимого числа измерений. (2 часа)

Тема 4. Понятие о случайной величине. Вероятность. Понятие о функции распределения случайной величины. Гистограмма. Плотность распределения. (2 часа)

Тема 5. Виды распределений случайной величины: нормальное распределение, логарифмическое нормальное распределение и др. Среднее значение, дисперсия, среднее квадратическое отклонение. (2 часа)

Тема 6. Понятие о выборке. Выборочные значения: среднего, дисперсии. Доверительные интервалы. Критерий значимости. Построение доверительных интервалов. (2 часа)

Тема 7. Построение моделей методом уравнивания погрешностей. (2 часа)

Тема 8. Основы регрессионного анализа. Построение моделей методом наименьших квадратов. (2 часа)

Тема 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 часа)

### Лабораторный практикум

Лабораторный практикум является персональной аудиторной работой. Целью лабораторного практикума является приобретение практических навыков и инструментальных компетенций в области постановки и решения задач моделирования процессов машиностроения. Перед проведением лабораторных занятий студенты должны освоить требуемый теоретический материал и процедуры выполнения лабораторной работы по выданным им предварительно учебным и методическим материалам.

### Темы лабораторных работ

№ пп	Учебно-образовательный модуль Цели лабораторного практикума	Наименование лабораторных работ
1.	<b>Раздел 1.</b> <b>Цель:</b> Приобретение навыков статистической обработки результатов экспериментальных исследований.	1. Подбор теоретического закона и параметров распределения случайной величины для анализируемой выборки, проверка правильности подбора, используя критерий согласия Колмогорова-Смирнова. 2. Вычисление выборочного математического ожидания, выборочной дисперсии, среднеквадратичного отклонения, асимметрии, эксцесса, медианы и размаха выборочного распределения для массива экспериментальных данных. 3. Вычисление доверительных интервалов для генерального математического ожидания и генеральной дисперсии при различных уровнях значимости.
2.	<b>Раздел 2.</b> <b>Цель:</b> Приобретение навыков создания статистических моделей.	4. Построение модели линейной корреляции по несгруппированным данным. 5. Построение выборочного уравнения линии регрессии по сгруппированным данным. 6. Построение модельного уравнения нелинейной корреляции.
3.	<b>Раздел 3.</b> <b>Цель:</b> Приобретение навыков создания эмпирических математических моделей по результатам экспериментальных исследований.	7. Использование методов интерполяции для обработки экспериментальных данных. 8. Использование метода наименьших квадратов для обработки экспериментальных данных. 9. Использование метода уравнивания погрешностей для обработки экспериментальных данных.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Ориентация на тактические образовательные технологии, являющиеся конкретным способом достижения целей образования в рамках намеченной стратегической технологии. При чтении лекций используется метод проблемного изложения с использованием интерактивной формы проведения занятия. При проведении лабораторных работ используются поисковый и исследовательский методы, в том числе, case study.

Ниже приводится описание образовательных технологий, обеспечивающих достижение планируемых результатов освоения дисциплины. Специфика сочетания методов и форм организации обучения отражается в матрице (см. табл). Перечень методов обучения и форм организации обучения может быть расширен.

Методы и формы организации обучения (ФОО)

ФОО \ Методы	Лекции	Лабораторные работы	СРС
ИТ-методы			
Работа в команде		+	+
Case study		+	
Игра			
Методы проблемного обучения.	+		
Обучение на основе опыта	+	+	
Опережающая самостоятельная работа			+
Проектный метод			
Поисковый метод		+	+
Исследовательский метод		+	+
Другие методы			

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

6.1 Вопросы рейтинг-контроля по дисциплине «Математические методы обработки экспериментальных данных»

### 1 рейтинг-контроль

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?



## 2 рейтинг-контроль

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

## 3 рейтинг-контроль

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?

### 6.2 Вопросы к экзамену по дисциплине «Математические методы обработки экспериментальных данных»

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? Сформулируйте классическое определение вероятности события. В каких пределах изменяется вероятность события? Какие события называются независимыми?
12. Какая величина называется случайной величиной? Дайте определения дискретной и непрерывной случайных величин. Приведите примеры дискретных и непрерывных случайных величин.
13. Что называется законом распределения случайной величины? Что называется рядом распределения дискретной случайной величины?
14. Каким образом при известной функции распределения, найти вероятность попадания случайной величины в заданный интервал?
15. Дайте определение плотности распределения вероятностей. Возможно ли понятие плотности распределения вероятностей использовать для дискретной случайной величины?
16. Каким образом при известной плотности распределения, найти вероятность попадания случайной величины в заданный интервал?
17. Что называется математическим ожиданием непрерывной случайной величины?
18. Что называется средним квадратическим отклонением случайной величины?
19. Дайте определение дисперсии случайной величины.
20. Какое распределение случайной величины называется нормальным распределением?
21. Что называется модой случайной величины? Что называется медианой случайной величины?
22. Как определить вероятность попадания в данную область?
23. Дайте понятие выборки.
24. Что называется статистической функцией распределения?
25. Что такое гистограмма?
26. Дайте определение выборочного среднего значения случайной величины.
27. Что такое выборочная дисперсия, и как она определяется?
28. Что является средним значением выборочной дисперсии?
29. Что используют для оценки стандартного отклонения средней выборочной величины?

30. Что такое доверительные интервалы, и как они определяются?
31. С какой целью определяются доверительные интервалы?
32. Что такое критерий значимости?
33. Дайте определение коэффициенту доверия.
34. Как строятся доверительные интервалы?
35. Что называется доверительной вероятностью (надежностью)?
36. Какая оценка параметра называется состоятельной?
37. Какая оценка параметра называется несмещенной?
38. Какие критерии используют для отбрасывания резко выделяющихся результатов испытаний?
39. Построение моделей методом уравнивания погрешностей.
40. В чем заключается принцип наименьших квадратов, используемый при обработке результатов экспериментальных исследований?

Задачи к экзамену «Математические методы обработки экспериментальных данных»

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  $\sigma^2$  выборки.

$\Delta$	-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

$\Delta$	-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 <sup>-1</sup>	$N_x$ , 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 <sup>-1</sup>	$N_x$ , 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 <sup>-1</sup>	$M_x$ , 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 <sup>-1</sup>	$M_x$ , 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 <sup>-1</sup>	$g_{ex}$ , 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 <sup>-1</sup>	$g_{ex}$ , 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 гипотезу  $H_0: \rho = 0$  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  $n = 91$ ,  $X = 15$ ,  $S_u = 6$ .

### 6.3. Виды и формы самостоятельной работы студентов

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

Текущая СРС направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений и включает в себя:

- работу с лекционным материалом, 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 лабораторным и практическим занятиям.

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.

### 6.4. Содержание самостоятельной работы студентов по дисциплине

#### 6.4.1. 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.

#### 6.4.2. Темы, выносимые на самостоятельную проработку:

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

### 6.5. Контроль самостоятельной работы

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателей. Последний осуществляется путем: рейтинг-контроля по основным разделам дисциплины; устного опроса студентов на лабораторных и практических занятиях; защиты отчетов по лабораторным и практическим работам, а также отчетов по творческой самостоятельной работе.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

*а) основная литература (электронно-библиотечная система ВлГУ)*

1. Математическая обработка результатов измерений/Шпаков П.С., Юнаков Ю.Л. - Краснояр.: СФУ, 2014. - 410 с.: ISBN 978-5-7638-3077-4. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=550266>.
2. Мхитарян, В. С. Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. С. Мхитарян, Е. В. Астафьева, Ю. Н. Миронкина, Л. И. Трошин; под ред. В. С. Мхитаряна. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Московский финансово-промышленный университет «Синергия», 2013. - (Университетская серия). - ISBN 978-5-4257-0106-0. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=451329>.
3. Математическая статистика в медико-биологических исследованиях с применением пакета Statistica [Электронный ресурс] / Трухачёва Н.В. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970425671.html>.

4. Статистические методы обработки экспериментальных данных. Лабораторный практикум с использованием пакета MathCad [Электронный ресурс]: Учеб. пособие / Ф.И. Карманов, В.А. Острейковский. - М.: Абрис, 2012. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200599.html>.

*б) дополнительная литература (электронно-библиотечная система ВлГУ):*

1. Прикладные методы анализа статистических данных [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Горяинова Е.Р., Панков А.Р., Платонов Е.Н. - М. : ИД Высшей школы экономики, 2012. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785759808664.html>.
2. Статистические методы обработки экспериментальных данных с использованием пакета MathCad: Учебное пособие/Ф.И.Карманов, В.А.Острейковский - М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 208 с.: 60x90 1/16 (Обложка) ISBN 978-5-905554-96-4, 100 экз. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=508241>.
3. Осташков В.Н. Практикум по решению инженерных задач математическими методами: учебное пособие (Математическое моделирование) БИНОМ, Лаборатория знаний, 2013. - ISBN 978-5-9963-2114-8. — Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996321148.html>.

*в) Internet–ресурсы:*

st6.reshaem.net>tasks/task\_74895.pdf  
phys.nsu.ru>cherk/Metodizm\_old.PDF  
aup.ru>books/m1091/  
intuit.ru>studies/courses/11246/1131/info

#### **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, 2016. - 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, 2016. - 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, 2016. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>
4. Иванченко А.Б. Оценочные средства 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, 2016. - 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 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» <http://op.vlsu.ru/index.php?id=56>

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

1. Суперкомпьютер «СКИФ МОНОМАХ» производительностью 4,7 Т-Флопс.
2. Четыре компьютерных класса, обеспечивающие связь с суперкомпьютером «СКИФ МОНОМАХ».
3. Лицензионное программное обеспечение: математические пакеты Mathcad, MATLAB.




Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС  
ВО по направлению 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение  
машиностроительных производств»

Рабочую программу составил к.т.н. доцент Швакченко А.Б.   
(ФИО, подпись)

Рецензент:

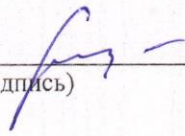
(представитель работодателя) ООО «Металл Группа», технический директор

Деев М.А. 

(место работы, должность, ФИО, подпись) 

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Технология машиностроения

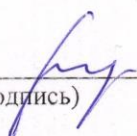
Протокол № 6 от 9.02.2015 года

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В. 

(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии  
направления 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение  
машиностроительных производств»

Протокол № 6 от 9.02.2015 года

Председатель комиссии д.т.н., профессор Морозов В.В. 

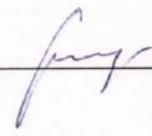
(ФИО, подпись)

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2016/2017 учебный год

Протокол заседания кафедры № 9/11 от 21.04.2016 года

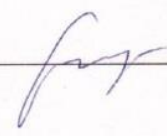
Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В. \_\_\_\_\_



Рабочая программа одобрена на 2017/2018 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 29.08.2017 года

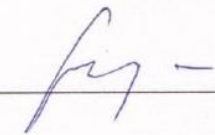
Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В. \_\_\_\_\_



Рабочая программа одобрена на 2018/2019 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 3.09.2018 года

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В. \_\_\_\_\_



Рабочая программа одобрена на 2019/2020 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 29.08.2019 года

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В. \_\_\_\_\_



Рабочая программа одобрена на 2020/2021 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 01.09.2020 года

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В. \_\_\_\_\_

